

# le naturaliste canadien

Volume 141, numéro 1  
Hiver 2017

SOCIÉTÉ PROVANCHER

Revue de diffusion des connaissances en sciences naturelles et en environnement



## **Au sommaire**

- **NOUVELLES ESPÈCES INDIGÈNES ET EXOTIQUES POUR LE QUÉBEC**
- **PROLIFÉRATIONS DE MÉDUSES D'EAU DOUCE DANS NOS LACS**
- **CAMPAGNOL SYLVESTRE: MAINTENANT AU NORD DU FLEUVE SAINT-LAURENT**
- **IMPORTANCE ÉCOLOGIQUE DES ÉTANGS VERNAUX**
- **LA RICHE FLORE DES ANCIENNES FRICHES AU PARC NATIONAL DE FRONTENAC**

## LE MOT DU PRÉSIDENT

Du nouveau pour 2017

Robert Patenaude

## LE MOT DE LA RÉDACTRICE EN CHEF

Les naturalistes sont-ils démodés ?

Denise Tousignant

## BOTANIQUE

**Le statut de la naïade grêle (*Najas gracillima*, Najadaceae) au Québec**

La présence de la naïade grêle dans la flore aquatique indigène du Québec est confirmée. Cette espèce sensible à la pollution est en déclin en Amérique du Nord en raison de l'eutrophisation des lacs et des cours d'eau. Une clé des *Najas* de la province et une discussion des caractères permettant de reconnaître le *Najas gracillima* sont incluses et accompagnées des données les plus à jour sur la répartition, l'habitat et l'écologie de l'espèce.

Étienne Léveillé-Bourret, Marie-Ève Garon-Labrecque  
et Eleanor R. Thomson

**La richesse floristique des friches  
du Parc national de Frontenac**

Un inventaire de la flore des friches du Parc national de Frontenac a permis de répertorier 209 espèces, dont 37 exotiques. Cette richesse représente plus de la moitié de toutes les espèces du parc. Les espèces indicatrices des jeunes friches étaient toutes des herbacées exotiques, tandis que celles indicatrices des vieilles friches étaient surtout des herbacées indigènes. La composition floristique des friches s'explique surtout par le temps depuis l'arrêt des activités agricoles et le pH du sol.

Stéphanie Pellerin, Théo Duquesne,  
Clarissa Omelczuk Walter et Salomé Pasquet

## HISTOIRE

**Pierre Masson (1919-2016), botaniste  
et bryologue**

Le Québec vient de perdre un naturaliste hors du commun. Pierre Masson, décédé en juillet 2016 à l'âge vénérable de 97 ans, a consacré sa vie à étudier les secrets des végétaux. Premier conservateur de l'Herbier du Québec, il s'intéressait surtout à la botanique, et tout particulièrement aux bryophytes et aux champignons. Portrait d'un homme passionné, discret, mais infatigable.

Norman Dignard et Denise Tousignant

## MALACOLOGIE

**Première mention de l'hélice des bois (*Arianta  
arbustorum*) au Québec et mention anecdotique  
du petit-gris (*Cornu aspersum*)** 27

Des populations viables de l'hélice des bois, un escargot exotique originaire d'Europe et encore inconnu au Québec, ont été observées à Boucherville et à l'Île-des-Soeurs. Un autre escargot exotique, le petit-gris, a été trouvé dans une grappe de raisins de Californie qui provenait d'une épicerie de Sherbrooke. Ces deux espèces introduites ne semblent pas envahissantes, mais devraient faire l'objet d'un suivi attentif.

Isabelle Picard, Jean-François Desroches et Gilles Ethier

## MAMMALOGIE

**Extension de l'aire de répartition connue  
du campagnol sylvestre (*Microtus pinetorum*):  
mention la plus nordique au Québec** 31

Le campagnol sylvestre est le seul campagnol fouisseur au Canada. Ce micromammifère a obtenu le statut d'espèce préoccupante au Canada en 1998. Un spécimen a été capturé dans la région de Lanaudière, au Québec. Cette observation est la plus septentrionale à ce jour et constitue la première et unique mention de l'espèce au nord du fleuve Saint-Laurent. L'article propose un état de la situation de l'espèce au Québec et décrit le spécimen capturé ainsi que l'environnement où il a été trouvé.

Patricia Brouillette et Monique Boulet

## MILIEUX AQUATIQUES

**La méduse d'eau douce *Craspedacusta sowerbii*:  
espèce exotique répandue dans les lacs du Québec** 40

Les signalements de *Craspedacusta sowerbii*, une espèce de méduse d'eau douce, augmentent dans les lacs tempérés d'Amérique du Nord, y compris au Québec. Cette espèce exotique envahissante est originaire de Chine. Ce premier article résume les informations disponibles sur sa taxonomie, son cycle de vie, sa physiologie et son mode de reproduction, de même que sur les facteurs environnementaux pouvant influencer sa répartition et la taille de ses populations.

Nadia El Moussaoui et Beatrix E. Beisner

**Facteurs environnementaux associés  
à la prolifération de la méduse d'eau douce  
*Craspedacusta sowerbii* dans les lacs du Québec** 47

Les proliférations sporadiques de la méduse d'eau douce *Craspedacusta sowerbii* semblent de plus en plus fréquentes dans les lacs d'Amérique du Nord, mais on en connaît mal les causes. L'espèce a été répertoriée dans 88 lacs au Québec, principalement dans les Laurentides, en Outaouais et en Estrie. Ce second article analyse la répartition spatiale des proliférations de cette méduse ainsi que les facteurs environnementaux qui y sont associés.

*Nadia El Moussaoui et Beatrix E. Beisner*

**Évaluation de l'importance écologique de 9 étangs  
vernaux dans Gatineau, Québec** 58

Les étangs vernaux sont peu profonds et s'assèchent périodiquement, car ils sont formés par l'inondation saisonnière de dépressions et n'ont pas de lien permanent avec le réseau hydrologique de surface. Les auteurs ont évalué l'importance écologique de 9 étangs vernaux de Gatineau (Québec). L'un d'eux, situé au nord de la forêt Boucher, s'est démarqué par la richesse et l'abondance de sa faune amphibiennne et par la présence de 4 espèces en situation précaire ou préoccupante.

*Caroline Piché, Nathalie Bussières et Josée Soucie*

**LES LIVRES**

**67**

**VIE DE LA SOCIÉTÉ**

**68**

**SAVIEZ-VOUS QUE...**

**70**

**En page couverture :** Hélice des bois (*Arianta arbustorum*) provenant de Boucherville, 2015.

Photo : Isabelle Picard

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

**Qu'ils en soient tous remerciés.**

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

**Amis du *Naturaliste canadien***

Beaulieu, Denis • Bélanger, Roger • Belles-Isles, Michel • Benoît, Suzanne • Bernier, Marie-Andrée • Bouchard, Yvon •  
Brisson, Jean-Denis • Cayouette, Jacques • Charpentier, Yvan • Chartier, Richard • Clermont, André • Colinet, Bernard •  
Corbeil, Christian • Dagenais, Michel • Deguise, Josée • Delisle, Conrad • Desmartis, Micheline • Doré, Marc •  
Drolet, Bruno • Drolet, Donald • Duchesneau, Roger • Dufour, Guillaume • Dutil, Jean-Denis • Gaboury, Gilles •  
Gagné, Chantal • Gascon, Pierre • Hamann, Jean • Hamel, François • Hébert, Christian • Jones, Richard • Lacasse, Yves •  
Lafamme, Michel K. • Lafond, Anne-Marie • Langlois, Gaétan • Lanneville, Jean-Louis • Le Goff, Héloïse •  
Lepage, Michel • Lépine, Rachel • Loiselle, Robert • Michaud, Natalie • Molinas, Laurence • Morisset, Pierre •  
Painchaud, Jean • Paquet, Marc-André • Paquette, Denis • Potvin, François • Potvin, Paule • Pouliot, Yvan •  
Raymond, Martine • Reed, Austin • Richard, Pierre J. H. • Roberge, Jacques • Rouleau, Arlette • Savard, Vincent •  
Senécal, Benoît • Shaw, Michel • Simard, Louise • Tessier, Pierre • Viel, Georges • Villemagne, Claude

**Bienfaiteurs de la Société Provancher**

Ahern Normandeau, Marguerite • Allard, Michèle • Barbès, Louise-Marie • Barrière, Serge • Barry, Francine •  
Beaudet, Thérèse • Beaulieu, Francine • Beaulieu, Denis • Bédard, Jean • Bédard, Michelle • Bédard, Yvan •  
Bélanger, Danièle • Bélanger, Gilles • Bélanger, Roger • Bellefeuille, Claire • Bellefeuille, Lucie • Belles-Isles, Michel •  
Benoît, Suzanne • Bernier, Marie-Andrée • Berteaux, Dominique • Bilodeau, Amélie • Biron, Paule • Blais, Damien •  
Blondin, Hélène • Bossert, Frédéric • Bouchard, Yvon • Boulianne, Mélanie • Bricault, Jean • Brière, Amélie •  
Brisson, Jean-Denis • Brooks, Gemma • Campagna, Pierre • Caron, Benoît • Castonguay, Martin • Cavanagh, Robert •  
Cayouette, Jacques • Charest, Monique • Charpentier, Yvan • Chartier, Richard • Chayer, Réjean • Clermont, André •  
Club des Ornithologues de Québec, • Colinet, Bernard • Corbeil, Christian • Couillard, Denis • Courtois, Réhaume •  
Croteau, Robert • Dagenais, Michel • Deguise, Josée • Delisle, Conrad • Demers, Andréanne • Desautels, Louise •  
Desautels, Renée • Desmartis, Micheline • Doré, Marc • Drolet, Bruno • Drolet, Donald • Drouin, François •  
Dubuc, Madeleine • Dubuc, Madeleine • Duchesneau, Roger • Dufour, Guillaume • Dumas, Gilbert • Dupéré, André •  
Dussault, Jacques • Dutil, Jean-Denis • Falcon, Louise • Fontaine, Madeleine • Fontaine, Rose-Marie • Fugère, Jean •  
Gaboury, Gilles • Gagné, Chantal • Gagnon, Daniel • Gagnon, Mireille • Gascon, Pierre • Guay, Louise •  
Giguère, Jean-Roch • Gobeil, Paul • Gosselin, Guy • Gosselin, Jean • Gosselin, Robbie • Gouge, François •  
Grondin, Suzanne • Hamann, Jean • Hamel, François • Harvey, Éric Yves • Hébert, Christian • Houde, Normand •  
Hrycak, Maurice Jr • Huot, Jean • Ibarzabal, Jacques • Jalbert, Mélanie • Jones, Richard • Jutras, Jacques • Klein, Bert •  
Labelle, Nicole • Lacasse, Yves • Lacombe, Richard • Lafamme, Michel K. • Lafond, Anne-Marie • Lamoureux, Gisèle •  
Langlois, Gaétan • Lanneville, Jean-Louis • Lapointe, Monique • Lavigne, André • Lavoie, Nicole • Le Goff, Héloïse •  
Leduc, Pierre • Lefebvre, Chantal • Lemieux, Jacques • Lepage, Claudine • Lepage, Daniel • Lepage, Michel •  
Lépine, Rachel • Lévesque, Madeleine • Lizotte, Alain • Loiselle, Robert • Lussier, Christiane • Major, Luc • Marcoux, Pierre •  
Marineau, Kim • Marquis, Denise • Massicotte, Guy • Matte, Marie-Andrée • Matte, Sylvie • Mercier, Marthe B. •  
Michaud, Natalie • Molinas, Laurence • Morin, Lise • Morisset, Pierre • Nadeau, Yves • Olivier, Serge • Ouellet, Denis •  
Ouellet, Jocelyne • Ouellet, Réginald • Painchaud, Jean • Paquet, Marc-André • Paquette, Denis • Pelletier, Nathalie •  
Picard, Jean-Guy • Pilote, Lise • Potvin, Denis • Potvin, François • Potvin, Paule • Pouliot, Yvan • Rasmussen, Arne •  
Raymond, Martine • Reed, Austin • Rheault, Claude • Richard, Pierre J. H. • Rigault, Philippe • Roberge, Nicole •  
Roberge, Jacques • Robert, Michèle • Roger, Joanne • Rouleau, Arlette • Rousseau, Éric • Roy, Odette • Savard, Vincent •  
Senécal, Benoît • Shaw, Michel • Simard, Louise • Tessier, Pierre • Théberge, Simon • Tremblay, France • Trencia, Guy •  
Trencia, Guy • Turcotte, Marie-France • Turgeon, David • Turgeon, Marcel • Vézina, Lucie • Viel, Georges •  
Villemagne, Claude • Villeneuve, Jacques



**Société  
Provancher**

**Président**

Robert Patenaude

**1<sup>er</sup> Vice-présidente**

Élisabeth Bossert

**2<sup>e</sup> Vice-président**

Réhaume Courtois

**Secrétaire**

Michel Lepage

**Administrateurs**

Christine Bélanger

Christophe Cogno

Catherine Émond

André Lavigne

Émilie Saulnier-Talbot

Jean Tremblay

**le naturaliste  
canadien**

**Bureau de direction**

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

Marc Mazerolle

Stéphanie Pellerin

Junior Tremblay

**Révision linguistique**

Doris Cooper  
Andrew Coughlan

**Équipe éditoriale**

Denise Tousignant,  
*rédactrice en chef*  
Yan Boucher  
François Brassard  
Marc-Antoine  
Couillard  
Mathieu Cusson  
Christian Dussault  
Christian Hébert  
Patrick Lajeunesse

**Correction  
des épreuves**

Camille Rousseau

**Comité  
de financement**

Hélène Beaulieu  
Serge Olivier  
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<sup>er</sup> 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

## Du nouveau pour 2017

Ce numéro de notre revue porte la signature de notre nouvelle rédactrice en chef, Mme Denise Tousignant. La qualité des articles que vous y lirez reflète bien que le *Naturaliste canadien* est toujours entre bonnes mains. Avec brio, elle a pris la relève de Michel Crête pour assurer la pérennité de la revue. Je suis certain que Mme Tousignant, le bureau de direction et toute l'équipe éditoriale sauront vous proposer des articles d'actualité et fort intéressants.

L'année 2017 constitue également un virage important pour les services à nos membres. De nouveaux outils informatiques sont mis à leur disposition. Ainsi, ils pourront renouveler leur adhésion et payer leur cotisation en ligne. Cette amélioration ne profitera pas qu'aux membres, puisqu'elle facilitera aussi la gestion de nos cartes de membre et la comptabilité qui y est associée. De même, les réservations de chalets pour le Parc naturel et historique de l'île aux Basques se feront désormais en ligne.

Le conseil d'administration de la Société Provancher poursuit présentement ses travaux de conservation, d'éducation et de sensibilisation dans le cadre de son nouveau plan d'action triennal qui la guide pour la période 2016-2019. De nombreux projets sont sur la table de travail, et c'est l'espoir du CA de pouvoir tous les mener à terme. La force de la Société repose dans son bénévolat. Elle a toujours été active et demeure vigoureuse, grâce au travail bénévole de ses administrateurs et de ses membres. De nombreux postes de bénévoles sont présentement disponibles et identifiés sur le site Internet de la Société. Si vous avez de la parenté, des amis ou des connaissances qui veulent s'impliquer pour une cause dédiée à la nature et à la conservation des milieux naturels, ne vous gênez pas pour nous en faire part.

Robert Patenaude, président

## Les naturalistes sont-ils démodés ?

Chers lecteurs,

L'été dernier, c'est avec humilité et un mélange d'émotions que j'ai pris la relève de Michel Crête comme rédactrice en chef du *Naturaliste canadien*. L'excitation devant ces nouveaux défis et ce changement de garde était en effet mêlée à un petit deuil à cause du départ de cet homme engagé. Michel Crête a consacré 10 ans de bénévolat à améliorer la diffusion des connaissances dans les divers domaines des sciences naturelles au Québec. Sa générosité à commenter et à bonifier les manuscrits a aidé de nombreux chercheurs et naturalistes amateurs à mettre en valeur les résultats de leurs travaux et à faire connaître leurs recherches à un public élargi. Il a aussi dirigé des virages majeurs qui ont propulsé le *Naturaliste canadien* dans le 3<sup>e</sup> millénaire, comme la mise en place d'une solide équipe éditoriale, la consolidation du processus de révision scientifique des manuscrits par les pairs et la diffusion mondiale de la revue en format électronique par l'entremise du portail Érudit. La Société Provancher et toute l'équipe du *Naturaliste* lui en sont très reconnaissants. Nous lui souhaitons le meilleur pour ses nouveaux projets.

Vers la même période, j'ai aussi appris avec tristesse le décès de Pierre Masson, bryologue et premier conservateur de l'Herbier du Québec. Naturaliste passionné, il avait continué, pendant 27 ans après sa retraite officielle, à se rendre plusieurs jours par semaine sur les lieux de son travail pour poursuivre l'identification des milliers de spécimens qu'il avait récoltés sur le terrain au cours de sa carrière. Norman Dignard et moi vous proposons un portrait de cet homme hors du commun.

J'ai passé mes étés d'adolescente dans un camp de sciences naturelles, dormant sous la tente, herborisant dans les champs et chassant les insectes au filet. Pour beaucoup de jeunes d'aujourd'hui, s'aventurer dans une zone sans accès à Internet est presque inconcevable. En cette ère des médias sociaux et de l'instantanéité, on pourrait croire que la passion de Michel Crête et la persévérance tranquille de Pierre Masson sont d'une autre époque. Pourtant, le contenu du présent numéro du *Naturaliste canadien* montre que les naturalistes sont bien actifs au Québec et que leur rôle est non seulement d'actualité, mais crucial pour la sauvegarde de nos milieux naturels.

Des découvertes passionnantes viennent à ceux qui s'attardent pour examiner les choses de près. Dans leur article sur la naïade grêle, Étienne Léveillé-Bourret et ses collaborateurs nous confirment la présence de cette nouvelle espèce végétale indigène pour le Québec, grâce à un spécimen d'herbier qu'ils sont allés retrouver sur le site d'origine, 24 ans après la récolte initiale. Carole Piché et ses collaborateurs nous décrivent une série d'étangs vernaux, peu connus en raison de leur caractère éphémère, et confirment leur importance écologique pour la région de Gatineau. De leur côté, Stéphanie Pellerin et ses collaborateurs nous apprennent que les friches abandonnées sur les terres du Parc national Frontenac sont richement recolonisées par plus de 200 espèces végétales.

Les observations des naturalistes permettent aussi de consigner des changements de l'aire de répartition des espèces indigènes ou exotiques, et parfois envahissantes. Ainsi, Isabelle Picard et ses collaborateurs rapportent la présence de deux nouvelles espèces d'escargots exotiques au Québec. De leur côté, Patricia Brouillette et Monique Boulet présentent la toute première mention du campagnol sylvestre au nord du fleuve Saint-Laurent. Finalement, Nadia El Moussaoui et Beatrix Beisner lèvent le voile sur le phénomène des proliférations d'une méduse d'eau douce qui envahit plusieurs lacs du sud du Québec.

Dans un monde transformé par les activités humaines, les naturalistes – y compris les auteurs et les lecteurs de cette revue – jouent un rôle clé dans l’acquisition et l’actualisation des connaissances. La sensibilisation du public est essentielle pour protéger les milieux naturels, la faune et la flore. Qu’on soit professionnel, étudiant ou naturaliste amateur, on peut agir. Même sans réaliser et publier des travaux formels de recherche, quiconque le souhaite peut prendre part à des initiatives de citoyens ou d’organismes pour documenter des observations fortuites surprenantes, participer à des recensements ou signaler des espèces envahissantes. Plusieurs des auteurs des articles du présent numéro vous invitent d’ailleurs à le faire.

Démodés, les naturalistes? J’espère que le contenu de ce numéro vous convaincra du contraire.

Bonne lecture!

Denise Tousignant

# Le statut de la naïade grêle (*Najas gracillima*, Najadaceae) au Québec

Étienne Léveillé-Bourret, Marie-Ève Garon-Labrecque et Eleanor R. Thomson

## Résumé

La présence de la naïade grêle, *Najas gracillima* (Najadaceae), dans la flore aquatique indigène du Québec est confirmée. Cette espèce sensible à la pollution est en déclin dans toute son aire naturelle nord-américaine en raison de l'eutrophisation des lacs et des cours d'eau. Pour faciliter l'identification de cette rareté, une clé des *Najas* de la province et une discussion des caractères permettant l'identification du *Najas gracillima* sont incluses. Le danger de nuire au *Najas gracillima* en le confondant avec l'exotique et envahissant *Najas minor* est souligné. De plus, nous présentons les données les plus à jour sur la répartition et l'écologie du *Najas gracillima* dans le monde et en Amérique du Nord, ainsi qu'une carte de répartition de l'espèce dans l'est du Canada et les territoires adjacents, basée sur un inventaire exhaustif de la littérature et des spécimens de l'Herbier national du Canada (CAN), de l'Herbier des plantes vasculaires d'Agriculture et Agroalimentaire Canada (DAO) et de l'Herbier Marie-Victorin (MT). Nous ajoutons des notes détaillées sur le site de la seule population connue du Québec.

MOTS CLÉS : clé d'identification, flore aquatique, floristique, *Najas minor*, plante rare

## Abstract

The presence of the thread-like naiad, *Najas gracillima* (Najadaceae), in the indigenous aquatic flora of Québec (Canada) is confirmed. This species is highly sensitive to pollution and, due to the eutrophication of lakes and streams, is in decline throughout its natural range in North America. To facilitate the identification of this rare species, the present article provides a key to the species of *Najas* occurring in Québec, along with a discussion of the distinguishing characteristics of *N. gracillima*. The danger of confusing this species with the exotic and invasive *N. minor* is also highlighted. In addition, the present article provides up-to-date global distribution data for *N. gracillima*, and a distribution map for the species in eastern Canada and the adjacent United States, based on an exhaustive survey of the literature and of specimens in the National Herbarium of Canada (CAN), the Agriculture and Agri-Food Canada Collection of Vascular Plants (DAO), and the Marie-Victorin Herbarium (MT). Detailed notes on the habitat of the only known location for this species in Québec are also included.

KEYWORDS : aquatic flora, floristics, identification key, *Najas minor*, rare plant

## Introduction

En août 1991, les botanistes Mike J. Shchepanek et Albert W. Dugal herborisent au lac Clair, près de Saint-Pierre-de-Wakefield, dans la Vallée-de-la-Gatineau. Ils y récoltent une nouvelle espèce indigène pour le Québec, le *Najas gracillima* (A. Braun ex Engelm.) Magnus (naïade grêle, Najadaceae), et déposent le spécimen à l'Herbier national du Canada (CAN). N'ayant pas fait l'objet d'une publication, la découverte reste dans l'ombre pendant près de 25 ans. En novembre 2014, le spécimen est retrouvé de façon fortuite lors d'une visite à CAN, et l'espèce est par la suite ajoutée à la liste des plantes en situation précaire du ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC, 2015; Tardif et collab., 2016). En juillet 2015, une visite du site original de récolte confirme que le *Najas gracillima* est toujours présent au Québec. Toutefois, le manque d'information détaillée sur sa population et son habitat dans la province nuit à l'évaluation adéquate de son statut et est une entrave pour sa conservation à l'échelle régionale. La présente publication vise donc à faire le point sur la taxonomie et la biologie du *Najas gracillima* au Québec afin de faciliter la découverte de nouvelles populations de cette espèce en déclin dans toute son aire naturelle nord-américaine.

## Identification et taxonomie

### Le genre *Najas* au Québec

Le genre *Najas* L. (Najadaceae) est constitué d'espèces herbacées et aquatiques submergées aux feuilles opposées, allongées et engainantes, et aux fleurs unisexuées axillaires (figure 1). La flore du Québec comporte 5 espèces de *Najas* : 3 indigènes (*Najas flexilis* (Willd.) Rostk. & Schmidt, *Najas guadalupensis* subsp. *olivacea* (Rosendahl & Butters) R.R. Haynes & Hellquist et *Najas gracillima*), une introduite (*Najas minor* All.) et une espèce au statut incertain (*Najas marina* L.).

Le *Najas flexilis* est de loin le plus commun au Québec comme en Amérique du Nord et se trouve dans divers plans d'eau et cours d'eau oligotrophes à mésotrophes. Il s'agit d'un complexe d'espèces comprenant au moins deux entités distinctes (Les et collab., 2010; Les et collab., 2015), mais

Étienne Léveillé-Bourret, Département de Biologie, Université d'Ottawa, Ottawa (Ontario).

eleve060@uottawa.ca

Marie-Ève Garon-Labrecque, Département de Biologie, Université Carleton, Ottawa (Ontario).

Eleanor R. Thomson, boîte postale 262, 117 Brock Street East, Merrickville (Ontario) K0G 1N0.





Figure 1. Port des espèces de naïades du Québec: *Najas marina* (A), *N. minor* (B), *N. gracillima* (C), *N. guadalupensis* subsp. *olivacea* (D), forme allongée du *N. flexilis* s.l. (E), forme buissonnante du *N. flexilis* s.l. (F). Les spécimens sont tous représentés à la même échelle (3 cm). Crédit photo: Étienne Léveillé-Bourret, spécimens de l'Herbier national du Canada, numéros d'accession CAN 333679, CAN 320708, CAN 448664, CAN 347274, CAN 115507 et CAN 398435.

généralement traitées comme une seule espèce polymorphe, le *Najas flexilis* au sens large (s.l.). En effet, une étude récente sur le complexe du *Najas flexilis* s.l. a révélé l'existence d'une espèce affine, le *Najas canadensis* Michx., issue de l'hybridation entre le *Najas flexilis* s.str. et le *Najas guadalupensis* (Les et collab., 2015). Il existe au moins un spécimen confirmé de *Najas canadensis* au Québec (Rolland-Germain 2249, UC, DAO!) en plus du type récolté au lac Saint-Jean (Michaux, 1803). Toutefois, les *Najas flexilis* s.str. et *N. canadensis* ne se distinguent morphologiquement que par la longueur et la largeur de leurs fruits, et le recouvrement est tel que la majorité des spécimens ne peuvent pas être identifiés avec certitude sans recourir à des analyses génétiques. Une clarification du statut du *Najas canadensis* au Québec devra donc attendre des études taxonomiques plus poussées qui, nous l'espérons, permettront la reconnaissance de bons caractères morphologiques pour l'identification. Le *Najas guadalupensis* subsp. *olivacea* est rare au Québec et est présent seulement le long du fleuve Saint-Laurent entre Montréal et Trois-Rivières, mais la plus récente récolte date de 1976 (Houle 76-991, MT!). Le *Najas gracillima* n'est connu au Québec qu'au lac Clair (Vallée-de-la-Gatineau).

Le *Najas minor* est une espèce originaire d'Eurasie qui est sur la liste des espèces exotiques envahissantes préoccupantes du MDDELCC (2015). Les seuls sites du *Najas minor* connus au Québec sont l'étang de la Maison de l'Arbre au Jardin Botanique de Montréal (A. Meilleur s.n., 2002-X-05, MT!), l'île Sainte-Thérèse sur la rivière du Richelieu (A. Sabourin & M. Genest 2557, 2005-VIII-03, MT!) et l'embouchure de la rivière du Sud sur le Richelieu (É. Léveillé-Bourret et al. 954, 2015-VIII-29, DAO!). Il est intéressant de noter que l'envahisseur est abondant plus en amont, dans le lac Champlain, sur la frontière américaine avec les États du Vermont et de New York (Marsden et Hauser, 2009) et se propage apparemment dans l'eau par fragmentation (obs. pers.) en plus d'être dispersé par les oiseaux (Meriläinen, 1968). Il y a fort à parier que le *Najas minor* est bien établi dans plusieurs autres sites au Québec en aval du Richelieu ou le long des voies migratoires principales des oiseaux aquatiques.

Le *Najas marina* n'est connu dans la province que d'une récolte faite à Québec et datant de 1901 (Sœur Sainte Amélie 568, MT!). Sœur Sainte Amélie indique que l'espèce se trouve dans les « étangs et ruisseaux », ce qui est curieux étant donné qu'il s'agit surtout d'une espèce d'eau saumâtre. Jean-Paul Bernard indique sur une annotation datant de 1978 qu'il a été « sans doute introduit à Québec comme d'autres plantes, puis détruit par l'urbanisation ». Le *Najas marina* est indigène dans les lacs alcalins du centre et du sud-ouest de l'Amérique du Nord, où l'on a d'ailleurs trouvé des fossiles datant de la dernière période glaciaire (Stuckey, 1985). Toutefois, son expansion dans la région des Grands Lacs est probablement d'origine récente (19<sup>e</sup> siècle) et l'on soupçonne que les populations de cette région ont été introduites d'Europe (Mills et collab., 1993). De la même façon, la population historique de Québec a pu être introduite dans l'eau de ballast de bateaux provenant d'Europe ou de la Nouvelle-Angleterre, mais la présence de populations indigènes ailleurs en

Amérique du Nord laisse planer un doute sur le statut du *Najas marina* au Québec.

### Morphologie des *Najas* du Québec

Le genre *Najas* se distingue aisément des autres genres aquatiques de notre flore par ses longues feuilles opposées engainantes à la base et à marges scabrides, ainsi que par ses fleurs unisexuées à l'aisselle des feuilles. Toutes les espèces produisent des rameaux courts à l'aisselle de feuilles normales, formant ainsi des pseudo-verticilles (Triest, 1988). Les feuilles sont scabrides à la marge par la présence de spicules unicellulaires jaune-orangé orientés vers l'apex. Chez la majorité des espèces, les feuilles sont seulement spiculées, c'est-à-dire que les spicules sont insérés directement sur la marge du limbe linéaire (figure 2B). Chez les *Najas marina* et *N. minor*, les feuilles sont clairement dentées-sinuées, avec de larges sinus arrondis et des dents acuminées terminées par un spicule (figure 2C). Les feuilles possèdent des gaines formées d'un élargissement de la feuille près de la jonction avec la tige. Chez la majorité des espèces, dont le *N. flexilis*, les gaines s'atténuent graduellement dans le limbe (figure 2A). Par contre, le *N. gracillima* et le *N. minor* ont des gaines tronquées ou émarginées à l'apex alors bien distinctes du limbe (figures 2D, E). Les fleurs sont isolées ou par paires à l'aisselle des feuilles des pseudo-verticilles. Les fleurs staminées sont composées d'une seule étamine entourée d'une enveloppe membraneuse ouverte à l'apex et possédant deux lèvres, parfois elle-même sous-tendue par une bractée spathiforme (Triest, 1988). Les fleurs staminées sont souvent difficiles à repérer à cause de leur petite taille et du fait que les lèvres de leur enveloppe simulent un style divisé et leur donnent superficiellement l'apparence de jeunes fleurs pistillées (Handley et Davy, 2000). Les fleurs pistillées possèdent un seul carpelle nu ou parfois entouré d'une bractée spathiforme surmonté d'un style irrégulièrement divisé en 2–3 branches à l'apex. Le fruit est un achaine surmonté d'un style accrescent et possédant un péricarpe membraneux translucide et friable. La graine possède un testa très dur et épais dont la surface est lisse ou alvéolée.

### Identification du *Najas gracillima*

L'identification des espèces de *Najas* en l'absence de fruits matures peut poser problème à cause de la grande plasticité de leurs caractéristiques végétatives (Wentz et Stuckey, 1971; Haynes, 1979). Toutefois, les espèces du Québec possèdent des combinaisons de caractères végétatifs et reproductifs suffisamment distinctives pour permettre leur identification à tous les stades de croissance (en incluant provisoirement le *Najas canadensis* dans *N. flexilis* s.l.). Le *Najas gracillima* se distingue des autres espèces indigènes au Québec par ses feuilles filiformes ayant des gaines tronquées ou émarginées et par ses fruits légèrement courbés à l'apex. Il est toutefois possible de le confondre avec le *Najas minor* qui possède aussi ces caractéristiques (Meriläinen, 1968). Il apparaît donc capital de bien connaître les caractéristiques du *Najas gracillima* s'il est question d'instaurer des plans de contrôle du *Najas minor*, son



Figure 2. Caractéristiques morphologiques importantes de *Najas flexilis*, *N. gracillima* et *N. minor*. Gaine de la feuille de *Najas flexilis* (A), *N. gracillima* (D) et *N. minor* (E), forme et dentition du limbe des *N. gracillima* (B) et *N. minor* (C), et forme du fruit des *N. gracillima* (F) et *N. minor* (G). Échelle = 1 mm pour toutes les photos.

cousin exotique, afin d'éviter de nuire davantage à une espèce indigène déjà en déclin à l'échelle nord-américaine.

Le *Najas minor* se distingue nettement du *N. gracillima* par des fruits présentant des aréoles allongées transversalement, en rangées droites, et séparées par des crêtes longitudinales proéminentes (figure 2G). Au contraire, les fruits du *N. gracillima* montrent des aréoles allongées longitudinalement qui ne sont pas organisées en rangées, ne formant ainsi aucune crête longitudinale (figure 2F). En l'absence de fruits matures, le *Najas minor* se distingue par des feuilles fortement dentées-sinuées, avec des dents généralement visibles à l'œil nu ou avec une loupe 10× (figure 2C), alors que le *N. gracillima* a des feuilles linéaires portant des spicules invisibles à l'œil nu (figure 2B). De plus, les gaines des feuilles du *Najas minor* sont de la même couleur que le limbe, arrondies, plus ou moins entières, et portent généralement plus de 6 spicules qui ne sont pas limités à l'apex (figure 2E). Au contraire, le *N. gracillima* a des gaines hyalines, distinctes des limbes vert foncé à pourpre, souvent lacérées à l'apex, et généralement avec moins de 6 spicules limités à l'apex (figure 2D). Le *N. minor* a des feuilles rigides recourbées vers le bas à maturité et la plante se fragmente très facilement, alors que le *N. gracillima* a généralement des feuilles droites et flasques et a moins tendance à se fragmenter. Le milieu aide aussi à l'identification puisque, en Amérique du Nord, le *Najas gracillima* se trouve seulement dans des eaux oligotrophes et claires, alors que le *Najas minor* préfère les eaux eutrophes et troubles (Wentz et Stuckey, 1971; Haynes, 1979; Haynes, 2000).

### Clé d'identification des *Najas* du Québec

La largeur des feuilles doit être mesurée sur des feuilles planes parmi les plus larges, et doit inclure les dents lorsque présentes. La morphologie et la taille des fruits doivent être évaluées sur des fruits matures (solides et bombés).

- 1a. Dents des feuilles grossières, larges de 0,5–1 mm, aussi longues que la largeur de la partie centrale du limbe; feuilles larges de 2–4 mm; fruits 4–5 mm ..... *Najas marina*
- 1b. Feuilles seulement spiculées ou à dents larges d'au plus 0,6 mm chez *Najas minor*; feuilles larges de 0,1–2 mm; fruits 1,5–4 mm ..... 2
- 2a. Gaine des feuilles atténuée dans le limbe; fruits droits ..... 3
- 2b. Gaine des feuilles tronquée à émarginée, bien distincte du limbe; fruits courbes ..... 4
- 3a. Fruits 2–3,5 mm; styles 1,5–2,3 mm, 0,5–0,8 fois aussi longs que le fruit; feuilles plus étroites ou de même largeur que la tige, recourbées vers le bas, 20–40 fois aussi longues que larges, les plus longues 14–30 mm ..... *Najas flexilis* s.l.
- 3b. Fruits 1,8–2,5 mm; styles 0,3–0,8 mm, 0,3–0,4 fois aussi longs que le fruit; feuilles plus larges que la tige, droites, 8–13 fois aussi longues que larges, les plus longues 8–15 mm ..... *Najas guadalupensis* subsp. *olivacea*

- 4a. Feuilles larges de 0,6–1,5 mm, dentées-sinuées, recourbées vers le bas à maturité; gaines vertes, presque entières, arrondies, portant 6–18 spicules; graines à aréoles allongées transversalement ..... *Najas minor*
- 4b. Feuilles larges de 0,1–0,3 mm, seulement spiculées, droites à maturité; gaines hyalines, dentées-lacérées, tronquées, portant 4–9 spicules; graines à aréoles allongées longitudinalement ..... *Najas gracillima*

### Répartition, statut et écologie de *Najas gracillima*

La répartition globale du *Najas gracillima* montre un patron de disjonction est asiatique-est américain, avec des populations indigènes au Japon, en Chine, en Corée et dans les territoires adjacents, et d'autres dans le nord-est des États-Unis et le sud-est du Canada (Haynes, 1979; Triest, 1988). Un tel patron, présent chez plusieurs dizaines de genres de plantes vasculaires (Li, 1952; Thorne, 1999), pourrait être expliqué par une répartition holarctique durant le Tertiaire qui aurait été fragmentée lors du refroidissement généralisé du climat de la fin du Cénozoïque et du Quaternaire (Milne et Abbott, 2002; Wen et collab., 2010). L'espèce a aussi été introduite en Europe et en Californie à partir des populations indigènes à l'est de l'Asie (Triest, 1988; Les et collab., 2013).

En Amérique du Nord, la répartition du *Najas gracillima* est concentrée dans les domaines floristiques des Appalaches et de la plaine côtière de l'Atlantique, avec une limite sud en Alabama et une limite ouest au Minnesota (Haynes, 1979, 2000). La limite nord du *N. gracillima* se situerait au 46° degré de latitude Nord, près de Chalk River, en Ontario. L'espèce se trouve dans des lacs oligotrophes aux eaux douces et elle est extrêmement sensible à la pollution (Haynes, 1979, 2000). Elle est d'ailleurs rare et en déclin dans toute son aire américaine à cause du problème généralisé de pollution et d'eutrophisation des plans et cours d'eau, un phénomène qui favorise par ailleurs l'expansion du *Najas minor* (Meriläinen, 1968; Wentz et Stuckey, 1971). Le réseau NatureServe (2015) indique que *N. gracillima* est vulnérable ou en péril (S1 à S3) dans 13 des 28 provinces ou États où il est indigène, non évalué dans 12 de ceux-ci et apparemment en sécurité (S4) dans seulement 3. Des populations périphériques sont signalées par Haynes (2000) en Californie et dans le nord-est de l'Alberta. Les et collab. (2013) ont montré, à l'aide de séquences génétiques, que les populations californiennes de *N. gracillima* ont une origine eurasiennne. Ces populations ont des graines plus courtes que les populations indigènes de l'Amérique du Nord (1,6–2,2 mm plutôt que 2,4–3,3 mm; Les et collab., 2013). De plus, elles se trouvent dans des milieux eutrophes et turbides, ce qui est cohérent avec leur origine asiatique, où l'espèce semble préférer les milieux eutrophisés et pousse même aux côtés du *Najas minor* (Triest, 1988; Les et collab., 2013). Il est aussi possible de douter de l'indigénat des populations albertaines; un examen de leurs graines permettrait peut-être de déterminer leur origine. Haynes (2000) mentionne sa présence à Terre-Neuve, mais un inventaire des spécimens de cette province

n'a pas permis de retracer l'espèce (Luc Brouillet, communication personnelle, octobre 2015). Celle-ci a été exclue de la flore de l'île par Brouillet et collab. (2010+).

Au Canada, le *Najas gracillima* est considéré à risque élevé d'extirpation (S2) en Ontario et au Nouveau-Brunswick, et à risque très élevé d'extirpation (S1S2) en Nouvelle-Écosse (NatureServe, 2015). Afin de mieux évaluer le statut de l'espèce au Canada, le premier auteur a révisé tous les spécimens de *Najas* de l'est du Canada (du Manitoba à Terre-Neuve) conservés dans la Collection nationale de plantes vasculaires d'Agriculture et Agroalimentaire Canada (DAO), dans l'Herbier Marie-Victorin (MT) et dans l'Herbier national du Canada (CAN). Des quelques centaines de spécimens de *Najas* examinés, la grande majorité correspondent au *N. flexilis* s.l., alors que seulement 23 spécimens de *N. gracillima*, 12 spécimens de *N. guadalupensis* subsp. *olivacea*, 12 spécimens de *N. minor* et 1 spécimen de *N. marina* ont été identifiés. Une carte de la répartition du *N. gracillima* dans l'est du Canada et les territoires adjacents basée sur les spécimens examinés et les mentions d'Argus et collab. (1982-1987) et de Haynes (1979) permet de constater que l'espèce est sporadique dans la portion la plus méridionale de l'est du Canada, au sud du 46° degré de latitude Nord

(figure 3). Les spécimens canadiens examinés ont généralement été récoltés à une profondeur de 0,1 à 3 m, dans l'eau calme de lacs, près de la rive, ou plus rarement des rivières. La majorité des récolteurs n'ont pas donné d'indication plus précise sur le milieu, mais 5 étiquettes sont plus précises et mentionnent un substrat sableux (1 étiquette), un organique (2), un silteux (1), ou une rive rocheuse (1).

### Population québécoise

Le 18 juillet 2015, les auteurs se sont rendus au lac Clair afin de confirmer la présence du *Najas gracillima* à l'unique site de récolte connu au Québec (*Shchepanek & Dugal 8862*, CAN!). Le lac Clair se trouve à environ 8 km au nord-ouest de Pointe-Déziel, dans la municipalité régionale de comté Les Collines-de-l'Outaouais (lat. 45° 44' N, long. 75° 48' O). Il repose sur un socle de paragneiss et d'orthoigneiss précambriens partiellement recouvert de dépôts morainiques non triés (Béland, 1955). Le fond est principalement sableux, avec un peu de boue organique dans les baies les mieux protégées. Sa superficie est d'environ 93 ha, et sa profondeur maximale est de 27,8 m (Renaud, 2015). Les rives du lac sont fortement anthropisées, 92 % montrant des signes d'aménagement humain, la moitié constituée

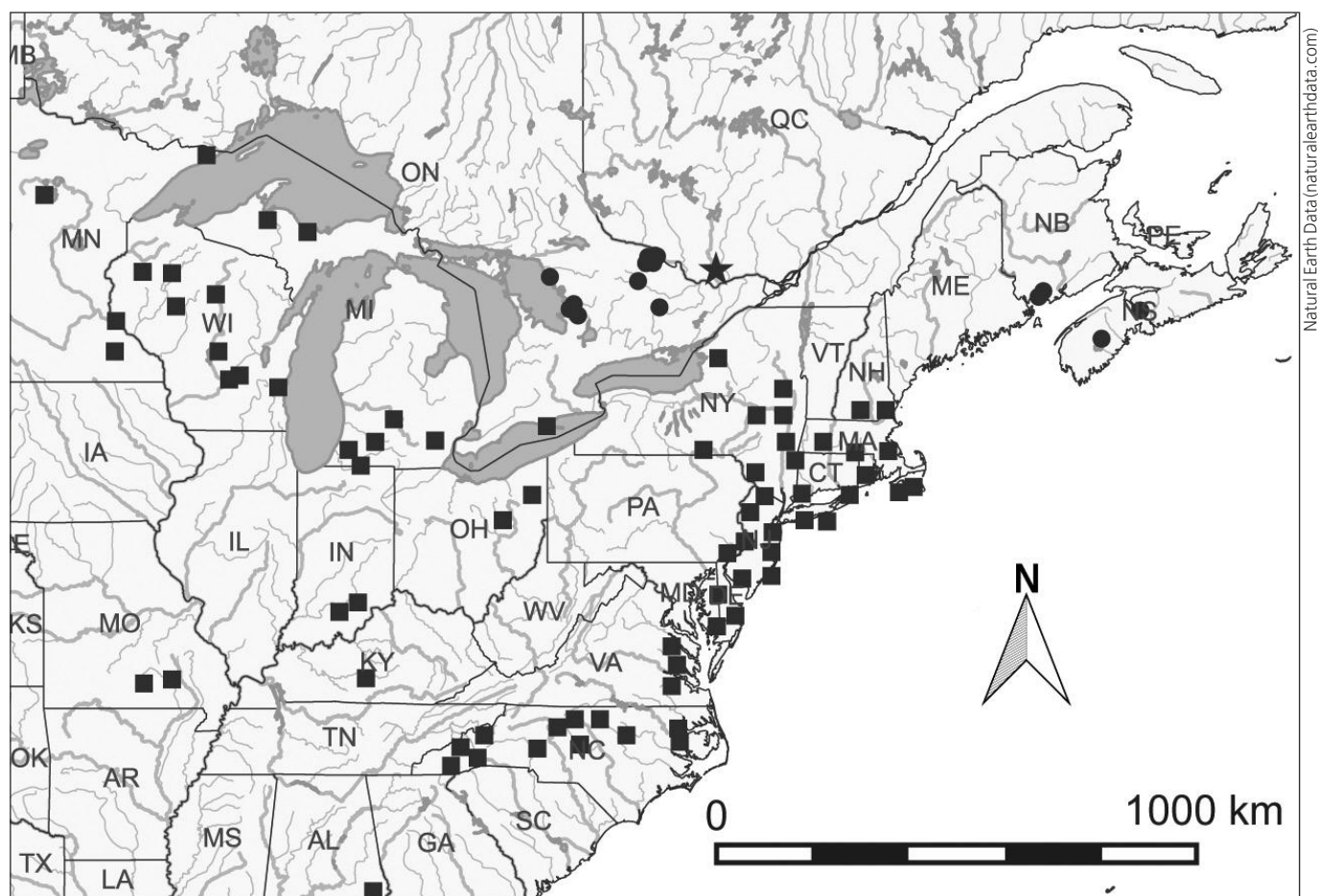


Figure 3. Répartition du *Najas gracillima* dans l'est du Canada et les territoires adjacents. L'étoile indique la population québécoise du lac Clair, les cercles indiquent des spécimens vérifiés en herbier et les carrés indiquent des mentions provenant de la littérature mais non confirmées en herbier.

uniquement de végétation ornementale ou de matériaux inertes (Renaud, 2015). Deux mesures de pH et 2 échantillons d'eau de surface ont été pris lors de notre visite sur le terrain. Malgré un pH relativement élevé durant le jour (lectures de 7,5 et de 7,9), la dureté totale de l'eau était de seulement  $20 \pm 1,3$  mg/L d'équivalents  $\text{CaCO}_3$ , ce qui correspond à une eau très peu alcaline. Les valeurs élevées de pH mesurées peuvent s'expliquer par le faible pouvoir tampon de l'eau, ce qui permet aux algues et aux plantes de causer d'importantes hausses de pH durant le jour alors que le taux de fixation du carbone (assimilation d'acide carbonique,  $\text{H}_2\text{CO}_3$ ) dépasse celui de la respiration (production d' $\text{H}_2\text{CO}_3$ ), et d'importantes baisses de pH la nuit quand les taux s'inversent (Agrawal, 1999). La très faible concentration d'azote total ( $0,20 \pm 0,02$  mg/L) et de phosphore total ( $7 \pm 5$  µg/L) dans les 2 échantillons d'eau de surface prélevés lors de notre visite confirme le statut oligotrophe du lac, tout comme la présence d'un nombre limité d'herbiers aquatiques et l'absence de colmatage du fond sableux, sauf dans les baies les plus protégées de la rive ouest. Un inventaire partiel de la flore vasculaire du lac et de ses berges a été effectué durant notre recherche en canot du *Najas gracillima* (tableau 1).

Même si l'étiquette de la récolte originale indiquait que l'espèce avait été récoltée dans une baie protégée et herbeuse de la rive ouest du lac, nous n'avons pu confirmer sa présence dans aucune de ces baies. La baie la mieux protégée, qui nous semblait le plus susceptible d'être le site de récolte original, avait un substrat colmaté par la vase, les algues microscopiques et les Charophyceae. Selon une résidente, le lac se détériore depuis quelques années à cause de la présence de gros bateaux à moteur dont les vagues créent des problèmes d'érosion des berges et d'eutrophisation. Cela semble cohérent avec l'hypothèse d'une disparition récente du *Najas gracillima* dans les baies ouest du lac. Toutefois, la plante est extrêmement difficile à repérer dans l'eau, et il est tout aussi probable qu'elle nous ait échappé.

Après plusieurs heures de recherche infructueuse, quelques dizaines de tiges végétatives de *Najas gracillima* ont finalement été trouvées sur la rive est du lac, sous environ 40 cm d'eau, dans une zone en pente douce exposée aux vagues causées par le vent et les bateaux à moteur. Le substrat sableux dénudé et ridé ne permettait la croissance que de quelques rosettes éparses d'*Eriocaulon aquaticum*, de *Juncus pelocarpus* f. *submersus*, de *Lobelia dortmanna* et d'*Isoetes echinospora*, d'un coussin d'*Elatine minima* et d'un petit tapis de *Myriophyllum tenellum* (figure 4). La végétation de la rive était constituée uniquement d'une pelouse tonduë à l'avant d'un chalet et la berge avait été stabilisée par un muret de roche. Un quai en bois semblait offrir un peu de protection face aux vagues, permettant à une végétation aquatique légèrement plus dense de pousser dessous. Deux spécimens d'herbier témoignent maintenant de la présence de *Najas gracillima* au lac Clair : d'abord, celui de la MRC Les Collines-de-l'Outaouais, berge est du lac Clair, 8 km au nord-ouest de Pointe-Déziel, St-Pierre-de-Wakefield, 45.73302° N 75.79344° W (WGS84), 18 juillet 2015, É. Léveillé-Bourret, M.-È. Garon-Labrecque et E. Thomson 792 (DAO); ensuite, celui de « Gatineau County, Wakefield Twp., West shore of Lac Clair, 7.5 km N.W. of St-Pierre-de-Wakefield, in shallow water of a



Étienne Léveillé-Bourret

Figure 4. Port du *Najas gracillima* au lac Clair, avec des feuilles filiformes et droites sous l'eau. Noter le substrat sableux et le tapis de *Myriophyllum tenellum*.

weedy bay, 45° 44' N 75° 48' W, 8 August 1991, M.J. Shchepanek et A.W. Dugal 8862 (CAN) » [récolte mixte avec *Najas flexilis*].

## Conclusion

L'ajout du *Najas gracillima* à la liste des plantes vasculaires en situation précaire du Québec (Tardif et collab., 2016) est la dernière d'une série d'additions récentes à la flore vasculaire indigène du sud de la province comprenant notamment le *Platanus occidentalis* (Brisson, 2011), le *Carex virescens* (Rodrigue et Sabourin, 2013), le *Carex echinodes* (Bergeron et collab., 2013) et l'*Utricularia radiata* (Lachance, 2014). Ces découvertes ont été faites en dépit d'un désintérêt généralisé pour les études floristiques traditionnelles au Québec, qui s'est traduit par une diminution considérable des efforts d'herborisation et de la capacité de détection des plantes exotiques naturalisées depuis les années 1980 (Lavoie et collab., 2012). Cela semble indiquer qu'une portion non négligeable de la flore indigène du Québec méridional reste encore à découvrir. Toutefois, cette diminution importante des efforts d'herborisation est inquiétante puisqu'elle pourrait indiquer une diminution de la capacité de détection des espèces indigènes les plus rares. Celles-ci sont aussi les plus susceptibles d'être menacées par les pressions grandissantes exercées sur les milieux naturels du sud du Québec et risquent de disparaître de la province avant même d'avoir été découvertes. Il apparaît donc important de souligner le rôle encore fondamental

**Tableau 1. Inventaire partiel de la flore vasculaire du lac Clair et de ses rives. Les espèces poussant dans l'eau du lac sont en caractère gras.**

<i>Alnus incana</i> subsp. <i>rugosa</i> (Du Roi) Clausen	<i>Lysimachia terrestris</i> (L.) Britton, Sterns & Poggenb.
<i>Abies balsamea</i> (L.) Miller	<i>Lysimachia borealis</i> (Raf.) U.Manns & Anderberg
<i>Acer rubrum</i> L.	<i>Lythrum salicaria</i> L.
<i>Betula papyrifera</i> Marshall	<i>Maianthemum canadense</i> Desf.
<i>Bidens</i> cf. <i>frondosa</i> L.	<i>Myrica gale</i> L.
<i>Brachyelytrum</i> sp.	<b><i>Myriophyllum alterniflorum</i> DC.</b>
<b><i>Brasenia schreberi</i> J.F.Gmel.</b>	<b><i>Myriophyllum tenellum</i> Bigelow</b>
<i>Calamagrostis canadensis</i> (Michx.) P.Beauv.	<b><i>Najas flexilis</i> (Willd.) Rostk. &amp; Schmidt s.l.</b>
<i>Carex canescens</i> L.	<b><i>Najas gracillima</i> (A .Braun ex Engelmann) Magnus</b>
<i>Carex crawfordii</i> Fernald	<b><i>Nuphar variegata</i> Durand</b>
<i>Carex echinata</i> Murray	<b><i>Nymphaea odorata</i> Aiton</b>
<i>Carex gynandra</i> Schwein.	<i>Onoclea sensibilis</i> L.
<i>Carex hystericina</i> Willd.	<i>Osmunda regalis</i> L.
<i>Carex leptalea</i> Wahlenb.	<i>Osmundastrum cinnamomeum</i> (L.) C. Presl
<i>Carex pallescens</i> L.	<i>Phalaris arundinacea</i> L.
<i>Carex projecta</i> Mack.	<i>Pinus strobus</i> L.
<i>Carex pseudocyperus</i> L.	<i>Poa palustris</i> L.
<i>Carex retrorsa</i> Schwein.	<b><i>Pontederia cordata</i> L.</b>
<i>Carex stipata</i> Willd.	<i>Populus balsamifera</i> L.
<i>Chamaedaphne calyculata</i> (L.) Moench	<b><i>Potamogeton amplifolius</i> Tuck.</b>
<i>Chelone glabra</i> L.	<b><i>Potamogeton epihydrus</i> Raf.</b>
<b><i>Comarum palustre</i> L.</b>	<b><i>Potamogeton gramineus</i> L.</b>
<b><i>Dulichium arundinaceum</i> (L.) Britton</b>	<b><i>Potamogeton praelongus</i> Wulfen</b>
<i>Elatine minima</i> (Nutt.) Fisch. & C. Mey.	<b><i>Potamogeton pusillus</i> L. s.str.</b>
<b><i>Eleocharis palustris</i> (L.) Roem. &amp; Schult.</b>	<b><i>Potamogeton spirillus</i> Tuck.</b>
<b><i>Equisetum fluviatile</i> L.</b>	<i>Ranunculus repens</i> L.
<b><i>Eriocaulon aquaticum</i> (Hill) Druce</b>	<i>Ribes glandulosum</i> Grauer
<i>Euthamia graminifolia</i> (L.) Nutt.	<i>Rosa blanda</i> Aiton
<i>Eutrochium maculatum</i> (L.) E.E. Lamont	<b><i>Sagittaria cuneata</i> E.Sheld</b>
<i>Galium mollugo</i> L.	<i>Salix bebbiana</i> Sarg.
<i>Gaylussacia baccata</i> (Wangenh.) K. Koch	<i>Scirpus atrocinctus</i> Fernald
<i>Glyceria striata</i> (Lam.) Hitchc.	<i>Scirpus hattorianus</i> Makino
<i>Gymnocarpium dryopteris</i> (L.) Newman	<i>Scirpus microcarpus</i> C.Presl
<i>Hypericum ellipticum</i> (Lam.) Hitchc.	<i>Scutellaria galericulata</i> L.
<i>Ilex mucronata</i> (L.) M. Powell, V. Savolainen & S. Andrews	<b><i>Sparganium americanum</i> Nutt.</b>
<i>Ilex verticillata</i> (L.) A. Gray	<b><i>Sparganium</i> cf. <i>angustifolium</i> Michx.</b>
<i>Iris versicolor</i> L.	<i>Spiraea alba</i> du Roi
<b><i>Isoëtes echinospora</i> Durieu</b>	<i>Taxus canadensis</i> Marshall
<i>Juncus effusus</i> L.	<i>Thalictrum pubescens</i> Pursh
<i>Juncus nodosus</i> L.	<i>Thelypteris palustris</i> Schott
<b><i>Juncus pelocarpus</i> E. Mey. f. <i>submersus</i> Fassett</b>	<i>Thuja occidentalis</i> L.
<i>Kalmia angustifolia</i> L.	<i>Tsuga canadensis</i> (L.) Carrière
<i>Larix laricina</i> (Du Roi) K. Koch	<b><i>Typha angustifolia</i> L.</b>
<b><i>Lemna minor</i> L.</b>	<b><i>Utricularia gibba</i> L.</b>
<b><i>Lobelia dortmanna</i> L.</b>	<b><i>Vallisneria americana</i> Michx.</b>
<i>Lycopus uniflorus</i> Michx.	

que l'exploration botanique joue pour la connaissance et la conservation de la biodiversité, même dans les portions méridionales les mieux explorées de la province.

D'autres inventaires détaillés de la flore aquatique des lacs oligotrophes les mieux préservés des Laurentides, de la Vallée-de-la-Gatineau, du Pontiac, et même de la vallée du Saint-Laurent à l'est de Montréal, permettront sûrement de trouver de nouvelles populations du *Najas gracillima*, puisque l'espèce est connue jusque dans les Maritimes. Ces milieux sont d'intérêt aussi parce qu'ils sont propices à la présence d'autres plantes rares telles que le *Ceratophyllum echinatum*, le *Potamogeton illinoensis*, l'*Utricularia gibba* et l'*Utricularia resupinata*. Toutes sont caractérisées par un nombre important d'occurrences historiques (Comité Flore québécoise de FloraQuebeca, 2009; Tardif et collab., 2016). Ces espèces sont probablement signalées moins fréquemment à cause de la difficulté d'accès des milieux aquatiques, où une embarcation est généralement nécessaire. Cette combinaison de facteurs rend les milieux aquatiques oligotrophes du sud du Québec propices aux découvertes. Ils auraient certainement avantage à être mieux explorés.

## Remerciements

Nous remercions Mike J. Shchepanek, Albert W. Dugal et Micheline Beaulieu-Bouchard pour leur aide lors de nos tentatives de trouver la localité originale du *Najas gracillima* au lac Clair. Merci encore à MM. Shchepanek et Dugal pour leur encouragement à publier cet article. Jacques Cayouette a fourni de précieux commentaires sur les versions préliminaires du texte, et nous lui en sommes extrêmement reconnaissants. Merci aussi à Stéphanie Pellerin et à deux réviseurs anonymes pour la révision méticuleuse du manuscrit. L'analyse chimique des échantillons d'eau de surface a été effectuée aux laboratoires de la ville d'Ottawa grâce à l'aide de Dr. Frances Pick et Mary Ann Perron de l'Université d'Ottawa. ◀

## Références

- AGRAWAL, S.C., 1999. Limnology. APH Publishing, New Delhi, 300 p.
- ARGUS, G.W., K.M. PRYER, D.J. WHITE et C.J. KEDDY, 1982-1987. Atlas des plantes vasculaires rares de l'Ontario. Division de la botanique, Musée national des sciences naturelles, publié par les Musées nationaux du Canada, Ottawa, Ontario, parties 1-4, 648 p.
- BÉLAND, R., 1955. Exploration géologique: région de Wakefield, rapport final. Ministère des Richesses naturelles, Direction générale des mines, rapport DP 461. 94 p. avec carte 1/63 360.
- BERGERON, A., M. CHARRIER et S. PELLERIN, 2013. Redécouverte du *Carex echinodes* (Cyperaceae) sur le territoire québécois. Le Naturaliste canadien, 137(2): 3-7.
- BRISSON, J., 2011. Platane occidental: nouvelle espèce d'arbre indigène au Québec. Quatre Temps, 34 (4): 42-44.
- BROUILLET, L., F. COURSOL, S.J. MEADES, M. FAVREAU, M. ANIONS, P. BÉLISLE et P. DESMET, 2010+. VASCAN, la base de données des plantes vasculaires du Canada. Disponible en ligne à : <http://data.canadensys.net/vscan/>. [Visité le 15-09-02].
- COMITÉ FLORE QUÉBÉCOISE DE FLORAQUEBECA, 2009. Plantes rares du Québec méridional. Guide d'identification préparé en collaboration avec le Centre de données sur le patrimoine naturel du Québec (CDPNQ). Les publications du Québec, Québec, 406 p.
- HANDLEY, R.J. et A.J. DAVY, 2000. Discovery of male plants of *Najas marina* L. (Hydrocharitaceae) in Britain. Watsonia, 23: 331-334.
- HAYNES, R.R., 1979. A revision of North and Central American *Najas* (Najadaceae). SIDA, Contributions to Botany, 8: 34-56.
- HAYNES, R.R., 2000. Najadaceae A.L. de Jussieu. Dans : FLORA OF NORTH AMERICA EDITORIAL COMMITTEE (édit.). Flora of North America north of Mexico. Oxford University Press, New York et Oxford, Volume 22, p. 77-83.
- LACHANCE, A., 2014. Découverte d'une nouvelle espèce pour le Québec. Bulletin FloraQuebeca, 19 (2): 2-4.
- LAVOIE, C., A. SAINT-LOUIS, G. GUAY, E. GROENEVELD et P. VILLENEUVE, 2012. Naturalization of exotic plant species in north-eastern North America: trends and detection capacity. Diversity and Distributions, 18: 180-190.
- LES, D.H., S.P. SHELDON et N.P. TIPPERY, 2010. Hybridization in hydrophiles: natural interspecific hybrids in *Najas* (Hydrocharitaceae). Systematic Botany, 35: 736-744.
- LES, D.H., E.L. PEREDO, K.L. BENOIT, N.P. TIPPERY, U.M. KING et S.P. SHELDON, 2013. Phylogeography of *Najas gracillima* (Hydrocharitaceae) in North America and its cryptic introduction to California. American Journal of Botany, 100: 1905-1915.
- LES, D.H., E.L. PEREDO, U.M. KING, L.K. BENOIT, N.P. TIPPERY, C.J. BALL et R.K. SHANNON, 2015. Through thick and thin: cryptic sympatric speciation in the submersed genus *Najas* (Hydrocharitaceae). Molecular Phylogenetics and Evolution, 82, Part A: 15-30.
- LI, H.-L., 1952. Floristic relationships between Eastern Asia and Eastern North America. Transactions of the American Philosophical Society, 42: 371-429.
- MARSDEN E.J. et M. HAUSER, 2009. Exotic species in Lake Champlain. Journal of Great Lakes Research, 35: 250-265.
- MERILÄINEN, J., 1968. *Najas minor* All. in North America. Rhodora, 70: 161-175.
- MICHAUX, A., 1803. Flora boreali-americana, sistens caracteres plantarum quas in America septentrionali collegit et detexit. Institutii Gallici Scientiarum, necnon Societatis Agriculturae Caroliniensis socius, Imprimerie Charles Crapelet, Paris et Strasbourg, France, tome 2, 340 p.
- MILLS, E.L., J.H. LEACH, J.T. CARLTON et C.L. SECOR, 1993. Exotic species in the Great Lakes: A history of biotic crises and anthropogenic introductions. Journal of Great Lakes Research, 19: 1-54.
- MILNE R.I. et R.J. ABBOTT, 2002. The origin and evolution of tertiary relict floras. Advances in Botanical Research, 38: 281-314.
- MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES (MDELCC), 2015. Liste des plantes vasculaires exotiques envahissantes prioritaires. Bulletin FloraQuebeca, 20 (1): 11-12.
- NATURESERVE, 2015. NatureServe Web Service. Arlington, Virginie, États-Unis. Disponible en ligne à : <http://services.natureserve.org/>. [Visité le 15-09-02].
- RENAUD, M., 2015. Étude de 23 lacs du bassin versant nord-ouest de la rivière Blanche Ouest. Rapport produit dans le cadre du Projet de gestion intégrée de l'eau des lacs de Val-des-Monts par bassin versant de la rivière Blanche Ouest, Fédération des lacs de Val-des-Monts, 670 p.
- RODRIGUE, D. et A. SABOURIN, 2013. Une première au Québec: le carex virescent (*Carex virescens*) au parc national du Mont-Saint-Bruno. Bulletin FloraQuebeca, 18 (1): 6-7.
- STUCKEY, R.L., 1985. Distributional history of *Najas marina* (spiny naiad) in North America. Bartonia 51: 2-16.
- 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 (MDELCC), Direction générale de l'écologie et de la conservation, Québec.
- THORNE, R.F., 1999. Eastern Asia as a living museum for archaic angiosperms and other seed plants. Taiwania, 44: 413-422.
- TRIST, L., 1988. A revision of the genus *Najas* L. (Najadaceae) in the Old World. Académie Royale des Sciences d'Outre-Mer, Bruxelles, Mémoires in-8°, Nouvelle Série, Tome 22, Fascicule 1, 172 p.
- WEN J., S. ICKERT-BOND, Z.-L. NIE et R. LI, 2010. Timing and modes of evolution of Eastern Asian - North American biogeographic disjunctions in seed plants. Dans : LONG, M., H. GU et Z. ZHOU (édit.). Darwin's heritage today - proceedings of the Darwin 200 Beijing International Conference. Higher Education Press, p. 252-269.
- WENTZ, W.A. et R.L. STUCKEY, 1971. The changing distribution of the genus *Najas* (Najadaceae) in Ohio. The Ohio Journal of Science, 71: 292-302.



# La richesse floristique des friches du Parc national de Frontenac

Stéphanie Pellerin, Théo Duquesne, Clarissa Omelczuk Walter et Salomé Pasquet

## Résumé

La plupart des parcs nationaux situés dans le sud du Québec comportent des vestiges des anciennes activités agricoles, et notamment de nombreuses friches. Afin de connaître la richesse floristique des friches du Parc national de Frontenac (situé à la jonction des Cantons-de-l'Est et de Chaudière-Appalaches) et d'identifier les facteurs régissant leur composition, leur flore a été inventoriée à la fin de l'été 2012 au sein de 165 placettes d'échantillonnage réparties dans 40 parcelles de friches. Des analyses d'espèces indicatrices de l'âge des friches ont été réalisées ainsi que des analyses de redondance. Au total, 209 espèces ont été identifiées, dont seulement 37 étaient d'origine exotique. Cette richesse correspond à plus de la moitié de toutes les espèces recensées pour l'ensemble du parc. Les espèces indicatrices des jeunes friches (< 25 ans) étaient toutes des herbacées exotiques, tandis que celles indicatrices des vieilles friches (≥ 25 ans) étaient surtout des herbacées indigènes. La composition floristique des friches était surtout expliquée par le temps depuis l'arrêt des activités agricoles et le pH du sol. Nous recommandons de favoriser le retour des friches vers la forêt, mais d'en conserver quelques-unes à un stade herbacé pour maintenir la richesse floristique du secteur.

MOTS CLÉS : conservation, diversité floristique, espèces indicatrices, gestion environnementale, friche

## Abstract

Remains of ancient agricultural activity, including many plots of abandoned farmland, can be found in most national parks in the southern portion of the province of Québec (Canada). Abandoned farmland sites in the Frontenac National Park (situated at the junction of the Cantons-de-l'Est and Chaudière-Appalaches regions) were studied to identify the factors driving their floristic composition. At the end of the summer of 2012, vegetation was sampled in 165 plots on 40 sites. Indicator species and redundancy analyses were performed. A total of 209 species were identified, of which 141 were exotic. This corresponds to more than half of all the plant species present in the entire park. Indicator species of recently abandoned sites (<25 years) were all herbaceous exotics, while those of long abandoned sites (≥25 years) were mostly native grasses. Floristic composition was mainly explained by the time since cessation of agricultural activities and soil pH. It is recommended that much of the abandoned farmland be encouraged to return to forest, but that some be kept in an herbaceous stage to maintain the rich flora of the area.

KEYWORDS: abandoned arable land, conservation, environmental management, indicator species, plant diversity

## Introduction

Les friches agricoles, c'est-à-dire les terres abandonnées par les activités agricoles, faisant l'objet d'aucun travail de mise en valeur (ensemencement, plantation, etc.) et généralement occupées par un couvert d'arbres d'une hauteur inférieure à 10 m (Delage et collab., 2005; Voulligny et Gariépy, 2008) sont omniprésentes dans le sud du Québec. Les superficies actuellement occupées par les friches dans la province ne sont pas connues, notamment en raison de leur caractère dynamique (écosystème en état de succession). Néanmoins, les estimations varient entre 1 000 km<sup>2</sup> (Voulligny et Gariépy, 2008) et 8 000 km<sup>2</sup> (Labrecque, 1999).

Les friches agricoles sont souvent perçues comme des espaces non productifs qui doivent être mis en valeur, notamment par le boisement (Benjamin et collab., 2008). Par conséquent, de nombreuses études ont été réalisées au cours des dernières années afin d'identifier les facteurs expliquant leur composition floristique, entre autres ceux inhibant la transition des communautés herbacées vers des stades arbustifs ou arborescents (p. ex., Benjamin et collab., 2005; Holz et collab., 2009; Jírová et collab., 2012). À titre d'exemple, Benjamin et collab. (2005) ont montré que la

composition floristique des friches agricoles en Montérégie était essentiellement contrôlée par des facteurs abiotiques comme la pente, la pierrosité et le pH du sol, ainsi que par des facteurs historiques tels que les types d'activités agricoles ayant eu lieu et le temps depuis l'abandon.

Malgré le caractère improductif des friches d'un point de vue économique, leur importance dans le maintien de la biodiversité est de plus en plus reconnue. Par exemple, il a été

*Stéphanie Pellerin est biogéographe et 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*

*Théo Duquesne détient un master en écologie, biodiversité et évolution de l'Université Paris Sud.*

*duquesne.theo@free.fr*

*Clarissa Omelczuk Walter détient une maîtrise en environnement et développement durable de l'Université de Montréal.*

*clarissahow@gmail.com*

*Salomé Pasquet détient une maîtrise en sciences biologiques de l'Université de Montréal.*

*salome.yassou@hotmail.fr*

montré dans plusieurs régions du monde que la conversion des friches herbacées vers des environnements plus forestiers a entraîné un déclin de la diversité floristique et faunique, y compris celle d'espèces indigènes (p. ex. : Middleton, 2013; Warren et collab., 2001; Uchida et collab., 2016). La présence de friches en transition (arbustives basses ou hautes) peut aussi favoriser à la fois l'abondance et la richesse des espèces d'oiseaux forestiers (Bowen et collab., 2009). La conversion d'anciennes terres agricoles en environnement forestier peut également mener à une homogénéisation des paysages et ultimement engendrer une perte de la diversité paysagère et culturelle d'une région (MacDonald et collab., 2000; Otero et collab., 2015). Par conséquent, le maintien des friches herbacées ou arbustives dans les paysages transformés par les activités humaines est de plus en plus préconisé, et ce, même dans des régions où ce genre d'écosystème ne fait pas partie du paysage naturel (p. ex., Hobbs et collab., 2009; Kowarik 2011).

Au Québec, la plupart des parcs nationaux situés dans le sud de la province comportent des vestiges agricoles, dont des friches plus ou moins vieilles. Par exemple, environ 5 % de la superficie du Parc national d'Oka (situé dans la région des Laurentides) serait constituée de friches et de champs (Sépaq, 2012a), alors que ce serait près de 30 % pour celui des îles de Boucherville (Sépaq, 2012b). Compte tenu de l'abondance des friches dans ces territoires protégés, et du fait que les superficies qu'elles occupent continueront d'augmenter avec la cessation progressive des exploitations agricoles toujours en activité dans certains parcs, il devient important de comprendre à la fois leur dynamique et leur rôle dans la biodiversité du réseau québécois des parcs nationaux. Ainsi, les objectifs de ce projet étaient de connaître la diversité floristique des friches du Parc national de Frontenac et d'identifier les facteurs environnementaux régissant leur composition.

### Territoire d'étude

Le Parc national de Frontenac, créé en 1987, est situé à la frontière des régions des Cantons-de-l'Est et de Chaudière-Appalaches. Il se trouve plus spécifiquement dans le bassin versant du Grand lac Saint-François dans la province naturelle des Appalaches, à environ 30 km au sud de la ville de Thetford Mines, au Québec (figure 1). D'une superficie d'environ 155 km<sup>2</sup>, il est le troisième plus grand parc national au sud du fleuve Saint-Laurent après ceux de la Gaspésie (802 km<sup>2</sup>) et du lac Témiscouata (177 km<sup>2</sup>).

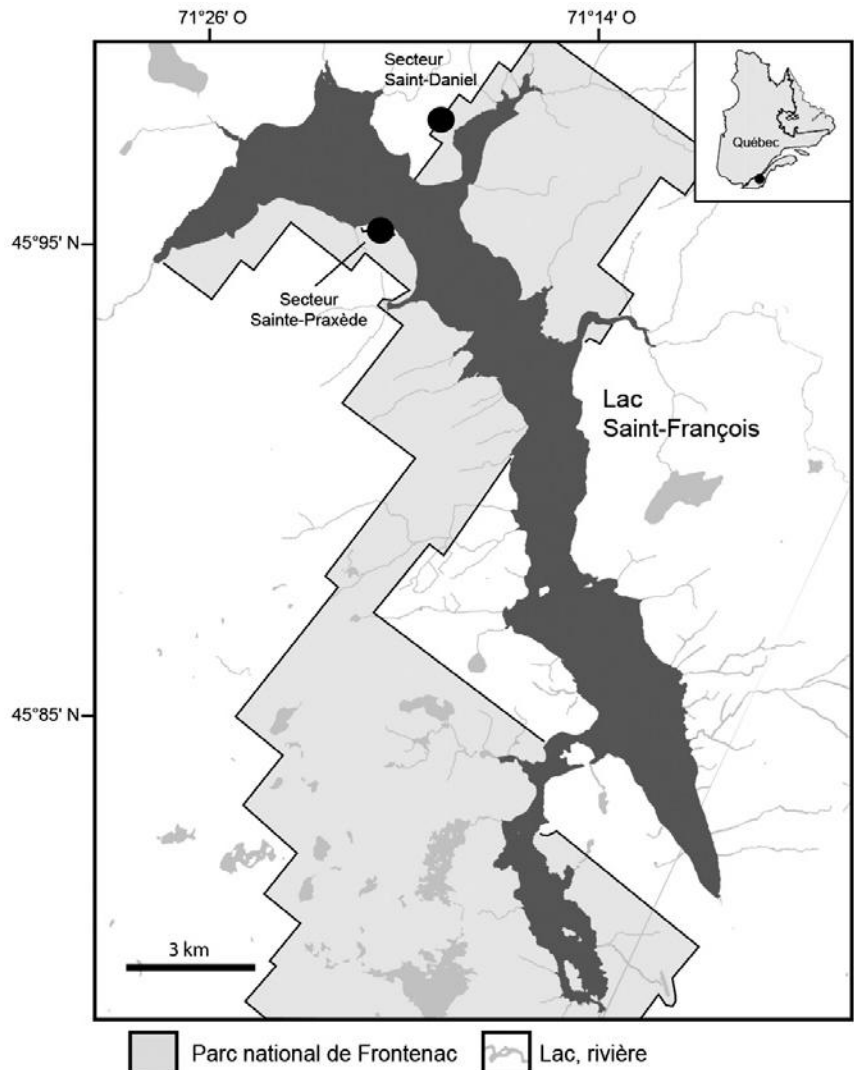


Figure 1. Emplacement du Parc national de Frontenac et des secteurs où se trouvent les friches étudiées.

Les écosystèmes forestiers dominent le paysage du parc, représentant plus de 80 % de sa superficie. Viennent ensuite les écosystèmes aquatiques (environ 10 %) et les milieux humides (5 %) (Charest et collab., 2008). Pour leur part, les friches occupent environ 2 % de la superficie du parc. Elles sont principalement situées dans la municipalité de Sainte-Praxède, à l'ouest du Grand lac Saint-François, et dans la municipalité de Saint-Daniel, au nord du même lac (figure 1). Ces anciennes terres agricoles auraient été défrichées au cours de la période 1930-1950 pour ensuite être utilisées essentiellement pour la production de fourrage (Omelczuk Walter, 2012). La majorité des terres agricoles ont été achetées lors de la création du parc et certaines ont conservé leur vocation originale jusqu'au début des années 2000. Leur exploitation a été assurée par le biais de baux de location et d'exploitation consentis à court (3 ans) et à long (10 ans) termes à des agriculteurs locaux (René Charest, vice-président exploitation Parcs Québec, communication personnelle).

## Méthodes

### Historique et délimitation des friches

L'emplacement des anciens champs agricoles dans le Parc national de Frontenac a d'abord été obtenu des documents cartographiques du parc. L'historique d'abandon des terres agricoles a ensuite été reconstitué à l'aide d'une analyse de photographies aériennes (de 1928 à 2007) et d'entrevues avec les agriculteurs locaux (Omelczuk Walter, 2012.). Ce travail a permis de subdiviser les anciens champs agricoles en parcelles sur la base de leur date d'abandon (à l'année près). Ces parcelles de tailles variées ne correspondent pas nécessairement aux limites des anciens champs, puisque certains ont été abandonnés par étapes. Par exemple, les sections moins productives d'un champ peuvent avoir été abandonnées avant les sections plus productives. Ainsi, 15 parcelles ont été identifiées dans le secteur de Saint-Daniel et 25 autres dans celui de Sainte-Praxède.

### Échantillonnage

Le nombre de placettes dans chacune des parcelles a été défini en fonction de la taille de celles-ci. Ainsi, 3 placettes ont été échantillonnées dans les parcelles de moins de 1 hectare, 4 placettes dans les parcelles dont la taille variait de 1 à 2 hectares et 5 placettes dans celles de plus de 2 hectares. Au total, 165 placettes d'échantillonnage ont été définies. L'emplacement des placettes a été choisi de façon aléatoire à l'aide du logiciel ArcGIS 9.2 (ESRI, Redlands, CA) en fonction de 2 critères : 1) les placettes devaient se trouver à une distance minimale de 15 m les unes des autres et 2) elles ne pouvaient se trouver à moins de 5 m des limites de la parcelle.

En août et septembre 2012, l'emplacement des placettes a été trouvé sur le terrain à l'aide d'un GPS. Toutes les espèces végétales vasculaires présentes dans chacune des placettes ont été identifiées et leur recouvrement horizontal a été évalué selon 6 classes : < 1 % ; 1-5 % ; 6-25 % ; 26-50 % ; 51-75 % ; > 75 % de la superficie de la placette. La nomenclature des espèces ainsi que leur origine (indigène ou exotique) sont basées sur VASCAN (Brouillet et collab., 2016). Enfin, un échantillon de sol minéral (jusqu'à une profondeur de 10 cm sous l'horizon organique) a été récolté au centre de chacune des placettes afin de mesurer le pH et la conductivité électrique en laboratoire.

### Variables spatiales

Nous avons obtenu l'altitude, la superficie et le périmètre de chaque parcelle à l'aide du logiciel QGIS (Open Source Geospatial Foundation Project, Beaverton, OR), et d'images Landsat disponibles dans Google Earth. Nous avons aussi mesuré la distance entre le centre de chaque parcelle et 1) la route la plus proche et 2) la rive du Grand lac Saint-François la plus proche, ainsi que le périmètre en contact avec la forêt adjacente. Enfin, nous avons calculé un indice de compacité de forme pour chaque parcelle à l'aide de la formule suivante :  $(4\pi \times a)/p^2$  où « a » est la superficie du polygone et « p » son périmètre (Forman 1995). La valeur de cet indice varie de 0 à 1, une valeur de 1 indiquant une forme simple et compacte et une valeur de 0, une

forme très complexe. Cet indice permet d'évaluer l'influence de l'environnement externe (p. ex., l'effet de bordure) sur une parcelle d'habitat; une parcelle de forme plus complexe subirait une plus grande influence du paysage l'entourant qu'une parcelle de forme plus compacte (Forman 1995).

### Analyses

Dans un premier temps, nous avons identifié les espèces indicatrices de l'âge des friches à l'aide de l'indice de valeur indicatrice IndVal (Dufrêne et Legendre, 1997). Cet indice se calcule sur des groupes préétablis (ici l'âge des friches) 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). La spécificité est maximale (= 1) quand l'espèce n'occupe que les stations d'un groupe donné, et la fidélité est maximale (= 1) lorsque l'espèce est présente dans toutes les stations d'un groupe. L'indice IndVal varie de 0 (espèce aucunement indicatrice) à 1 (espèce parfaitement indicatrice). Pour identifier les espèces indicatrices, nous avons au préalable séparé les parcelles de friches en deux groupes, celles abandonnées il y a 25 ans ou plus (22 parcelles, âge variant de 27 à 48 ans) et celles abandonnées il y a moins de 25 ans (18 parcelles, âge variant de 14 à 24 ans). Nous avons utilisé 25 ans comme âge limite entre les deux groupes, puisqu'il s'agissait de l'âge moyen des friches et que cette limite permettait d'obtenir un nombre de parcelles relativement similaire dans les deux groupes. La valeur médiane des classes de pourcentage de recouvrement pour chaque espèce dans chaque placette d'échantillonnage a été utilisée pour faire le calcul des IndVal. La significativité statistique des IndVal calculée pour chaque espèce a été évaluée *a posteriori* au moyen d'un test par permutations (9 999 permutations).

Afin d'identifier les principales variables (tableau 1) influençant la composition floristique des friches, nous avons réalisé une analyse de redondance (Borcard et collab., 2011; Legendre et Legendre, 1998). À cette fin, la moyenne des recouvrements (valeur médiane des classes de pourcentage de recouvrement) de toutes les placettes dans une parcelle a été utilisée. Une transformation d'Hellinger a été réalisée sur les données floristiques afin de restreindre l'importance accordée aux espèces rares et de tenir compte de l'abondance des doubles absences (Legendre et Gallagher, 2001). Pour cette analyse, les variables « périmètre », « latitude » et « longitude » n'ont pas été utilisées en raison de leur forte colinéarité avec les autres variables (facteur d'inflation > 5).

## Résultats

### Floristique générale

Au total, 209 espèces de plantes vasculaires ont été identifiées dans les 40 parcelles de friche échantillonnées, dont 37 (17 %) étaient d'origine exotique (voir la liste complète des taxons en annexe). Près de la moitié des espèces (103) appartenait à 4 familles : les cypéracées (33 espèces), les astéracées (26 espèces), les poacées (23 espèces) et les rosacées

**Tableau 1. Variables utilisées dans les analyses de redondance et étendues de variation des valeurs mesurées.**

Variabiles	Abréviation	Unité	Valeurs min. – max.
Altitude	Altitude	m	290 – 325
Conductivité électrique du sol	Conductivité	µS/cm	14 – 215
Distance de la rive	Rive	m	70 – 863
Distance de la route	Route	m	46 – 673
Indice de complexité de la forme	ICF (0 à 1)	aucune	0,23 – 0,97
Périmètre de contact avec la forêt	Forêt	m	202 – 1133
pH du sol	pH		5,1 – 6,8
Superficie de la parcelle	Sup	m <sup>2</sup>	0,2 – 4,1
Temps depuis l'abandon	Aban	Années	14 – 48

(21 espèces). Ainsi, les herbacées dominaient les communautés floristiques. Onze espèces arborescentes et 27 espèces arbustives ont aussi été trouvées. Environ 20 % des espèces identifiées (41 espèces) sont nouvelles pour la flore du parc selon la liste floristique établie en 2010 qui comprenait l'inventaire partiel de quelques friches (Parc national de Frontenac, 2010). La majorité de ces espèces nouvelles (31) était d'origine indigène et elles étaient présentes de façon sporadique. Toutefois, 4 de ces espèces étaient présentes de façon abondante dans au moins 50 % des friches, soit, en ordre décroissant : *Agrostis gigantea*, *Carex debilis*, *Symphotrichum novi-belgii* et *Agrostis capillaris*. Aucune espèce considérée en situation précaire au Québec (Tardif et collab., 2016) n'a été trouvée, mais l'échantillonnage n'était pas orienté vers ces espèces. Deux espèces exotiques considérées comme envahissantes au Québec ont été identifiées, soit *Lythrum salicaria* et *Phalaris arundinacea* (MDDELCC, 2016). Toutefois, ces deux espèces n'ont été observées que dans une placette d'échantillonnage, et avec un recouvrement inférieur à 1 %.

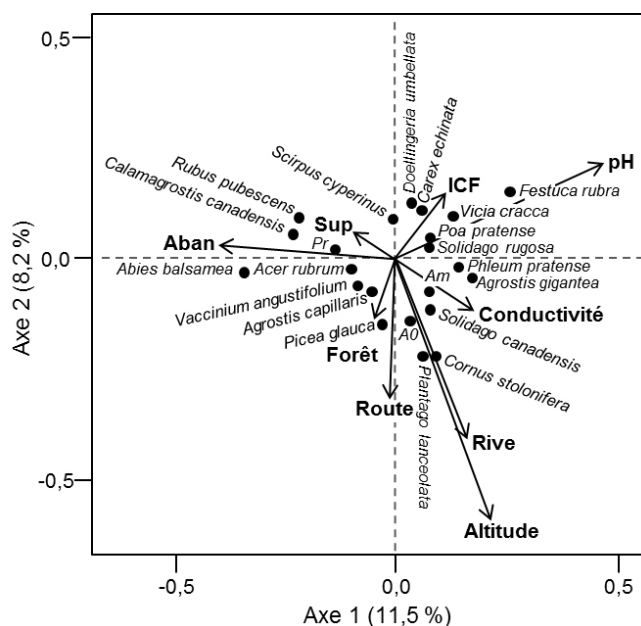
En moyenne, 46 espèces ont été identifiées par friche, leur nombre variant selon le cas entre 25 et 69. Celles qui étaient les plus fréquentes (présentes dans plus de 80 % des friches) sont, en ordre décroissant : *Vicia cracca*, *Festuca rubra*, *Solidago rugosa*, *Spiraea alba*, *Agrostis gigantea*, *Doellingeria umbellata*, *Phleum pratense* et *Ranunculus acris*. Les espèces les plus abondantes (recouvrement moyen > 10 %) étaient, en ordre décroissant : *Abies balsamea*, *Festuca rubra*, *Carex nigra*, *Calamagrostis canadensis* et *Agrostis gigantea*.

### Espèces indicatrices de l'âge des friches

Seize espèces indicatrices de l'âge des friches ont été identifiées pour les terres abandonnées depuis au moins 25 ans, alors que 4 espèces ont été considérées indicatrices des friches plus récentes (tableau 2). Une espèce d'arbre (*Picea rubens*) et une d'arbuste (*Ribes hirtellum*), étaient indicatrices des vieilles friches, bien que la grande majorité des espèces indicatrices de ces friches étaient des herbacées surtout indigènes. Les 4 espèces indicatrices des friches plus récentes étaient des herbacées d'origine exotique.

### Facteurs influençant la composition des friches

L'ensemble des variables examinées expliquaient près de 20 % de la variation de la composition floristique des friches du Parc national de Frontenac (figure 2). Le temps depuis l'abandon des activités agricoles était la variable la plus importante expliquant la composition floristique le long du premier axe. Sans surprise, les arbres (p. ex. : *Abies balsamea*, *Acer rubrum*, *Picea rubens*) étaient surtout associés aux friches les plus anciennes alors que les plantes herbacées, notamment *Agrostis gigantea*, *Phleum pratense* et *Achillea millefolium*, étaient associées aux jeunes friches. Le long du premier axe, les espèces



**Figure 2.** Ordination par analyse de redondance des variables explicatives (historiques, environnementales et spatiales) de la composition floristique dans les friches du Parc national de Frontenac. Sur la figure, les variables explicatives sont en gras (voir tableau 1 pour l'abréviation du nom des variables). Am = *Achillea millefolium*, AO = *Anthoxanthum odoratum*, Pr = *Picea rubens*.

**Tableau 2 Valeurs de spécificité, de fidélité, d'IndVal et de significativité (*p*) des espèces indicatrices de l'âge des friches. Le port (H = herbacé, Au = arbuste, A = arbre) et l'origine (I = indigène, E = exotique) des espèces sont aussi indiqués.**

Espèces indicatrices	Port	Origine	Spécificité	Fidélité	IndVal	<i>p</i>
<b>Vieilles friches (abandon de l'agriculture ≥ 25 ans)</b>						
<i>Agrimonia striata</i>	H	I	1,000	0,600	0,600	0,001
<i>Doellingeria umbellata</i>	H	I	0,568	1,000	0,569	0,001
<i>Prunella vulgaris</i>	H	I	0,624	0,800	0,499	0,019
<i>Symphotrichum lanceolatum</i>	H	I	0,573	0,800	0,458	0,019
<i>Rubus pubescens</i>	H	I	0,566	0,600	0,453	0,048
<i>Clinopodium vulgare</i>	H	I	0,753	0,600	0,451	0,015
<i>Cirsium arvense</i>	H	E	0,751	0,600	0,451	0,029
<i>Lycopus americanus</i>	H	I	0,732	0,600	0,440	0,010
<i>Epipactis helleborine</i>	H	E	0,726	0,600	0,436	0,017
<i>Ribes hirtellum</i>	Au	I	0,666	0,600	0,400	0,023
<i>Lycopus uniflorus</i>	H	I	0,644	0,600	0,387	0,044
<i>Carex scoparia</i>	H	I	0,947	0,389	0,369	0,025
<i>Thelypteris palustris</i>	H	I	0,888	0,400	0,355	0,24
<i>Picea rubens</i>	A	I	0,824	0,400	0,330	0,31
<i>Geum canadense</i>	H	I	0,797	0,400	0,319	0,019
<i>Osmundastrum cinnamomeum</i>	H	I	0,766	0,400	0,307	0,048
<b>Friches récentes (abandon de l'agriculture &lt; 25 ans)</b>						
<i>Achillea millefolium</i>	H	E	0,588	0,823	0,485	0,041
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	H	E	1,000	0,471	0,471	0,003
<i>Trifolium pratense</i>	H	E	0,918	0,412	0,378	0,045
<i>Galium mollugo</i>	H	E	0,772	0,471	0,363	0,041

se répartissaient aussi fortement en fonction du pH du sol. Les friches avec un sol à pH élevé (> 6) étaient plus jeunes et caractérisées par des espèces comme *Festuca rubra*, *Vicia cracca* et *Poa pratense*, alors que *Picea glauca*, *Vaccinium angustifolium*, *Acer rubrum* et *Agrostis capillaris* se concentraient dans les friches plus vieilles avec des sols plus acides (< 6).

L'altitude de la friche ainsi que sa distance à la rive la plus proche du Grand lac Saint-François expliquaient la répartition des espèces le long du deuxième axe. Ainsi, les espèces telles que *Cornus stolonifera*, *Plantago lanceolata* et *Anthoxanthum odoratum* se concentraient dans les friches les plus en altitude et éloignées d'une rive du lac. À l'opposé, *Scirpus cyperinus*, *Rubus pubescens* et *Doellingeria umbellata* étaient surtout présents dans les friches situées à plus basse altitude et près d'une rive du lac. Enfin, les espèces forestières (p. ex. : *Picea glauca*, *Vaccinium angustifolium*) étaient plus caractéristiques des friches dont une grande portion de leur périmètre était en contact avec des zones forestières. Ce dernier facteur, ainsi que la superficie de la friche, n'avaient par contre pas beaucoup d'influence sur les communautés végétales.

## Discussion et conclusion

### Une grande richesse floristique

Les inventaires réalisés dans les friches du Parc national de Frontenac ont permis de montrer leur grande richesse floristique. Ces habitats, bien que peu abondants (2 % de la superficie du parc) sont par contre les plus riches du parc avec un cortège floristique de 209 espèces, soit plus de la moitié de toutes les espèces (415) pour l'ensemble du parc (Parc national de Frontenac, 2010). Un phénomène similaire caractérise le Parc national d'Oka (Sabourin, 2009). Toutefois, contrairement au Parc national d'Oka, et ailleurs, dans la plupart des friches agricoles (p. ex. : Pickett 1982; Meiners et collab., 2002; Standish et collab., 2007), la majorité des espèces présentes dans les friches du Parc national de Frontenac étaient d'origine indigène. Cette différence pourrait résulter, entre autres, du fait que les friches du Parc national de Frontenac sont situées dans un paysage forestier où les écosystèmes naturels sont relativement peu fragmentés, de sorte que les sources d'espèces indigènes sont abondantes (Standish et collab., 2007). En effet, pour l'ensemble du parc, les espèces exotiques présentes dans les habitats autres que des friches représentent environ 3 % de la flore (12 espèces), soit 9 fois moins que dans les friches.

Les espèces exotiques présentes dans les parcelles de friches échantillonnées étaient principalement des graminées de début de succession. Bien que ces espèces soient fortement compétitives, avec une production de semences élevée et une forte propagation végétative, elles sont aussi, pour la grande majorité, intolérantes à l'ombre (p. ex., Standish et collab., 2007; Warwick et Black, 1982). Il semble donc plausible que ces espèces diminuent en nombre et en abondance avec le temps avec la fermeture de couvert. Cette hypothèse est soutenue par les résultats de l'analyse des espèces indicatrices. En effet, si les espèces indicatrices des jeunes friches étaient toutes des herbacées exotiques, celles des vieilles friches ( $\geq 25$  ans) étaient, quant à elles, surtout des espèces herbacées indigènes. Dans le cas présent, la dominance des espèces exotiques après l'abandon des terres ne semble pas être une problématique à long terme. En effet, les espèces indigènes seraient en mesure de prendre le relais avec le temps, comme d'autres l'ont observé dans plusieurs autres régions (p. ex.: Meiners et collab., 2001; Prach et collab., 2001).

### **Le temps un facteur clé**

Le temps écoulé depuis l'abandon était la principale variable expliquant la composition floristique des friches du Parc national de Frontenac, ce qui concorde avec les résultats trouvés par Benjamin et collab. (2005) dans les friches de la Montérégie. Dans le Parc national de Frontenac, plus les friches étaient vieilles, plus elles étaient caractérisées par la présence et l'abondance d'espèces arborescentes et arbustives. À l'inverse, plus elles étaient jeunes, plus elles étaient caractérisées par des espèces herbacées de début de succession, donc plus elles étaient encore soumises à l'héritage des anciennes productions de fourrage. L'analyse de redondance a aussi fait ressortir l'importance du pH comme variable structurante des communautés floristiques. Cette variable était aussi très importante dans les friches de la Montérégie (Benjamin et collab., 2005). Dans les parcelles de friches à l'étude, le pH du sol plus alcalin dans les jeunes friches pourrait s'expliquer par un effet résiduel du chaulage des terres agricoles. Enfin, certaines variables spatiales, comme la distance à la rive et l'altitude, semblent avoir eu un effet significatif sur la composition floristique des parcelles de friches à l'étude mais dans une moindre mesure. Par exemple, la proximité du lac et la basse altitude semblent avoir favorisé des espèces qui tolèrent mieux les sols avec un niveau d'humidité plus élevé (p. ex., *Scirpus cyperinus* et *Rubus pubescens*).

### **L'avenir des friches du Parc national de Frontenac**

Les présents résultats suggèrent que les friches agricoles du Parc national de Frontenac, notamment celles situées à proximité des massifs forestiers, ont la capacité de se régénérer en habitat forestier. En effet, plus les friches sont anciennes et caractérisées par un grand périmètre entouré de forêt, plus elles hébergent des espèces forestières (p. ex.: *Picea glauca* et

*Picea rubens*) et des espèces indigènes. Il n'est toutefois pas exclu que certaines jeunes parcelles puissent se maintenir à un stade herbacé à très long terme, entre autres en raison de la présence d'espèces exotiques dans le paysage avoisinant qui étaient probablement moins abondantes, ou même absentes, il y a 25 ans.

À l'heure actuelle, l'approche préconisée par la Direction des parcs nationaux du Québec au ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (Manon Carignan, chargée de projet, communication personnelle) au sujet des anciennes terres agricoles est de favoriser leur renaturation en les laissant évoluer naturellement (restauration passive) et, parfois, en intervenant par l'implantation d'espèces indigènes. Dans certains parcs nationaux du Québec, particulièrement ceux présents en régions périurbaines, ou dans des parcs régionaux à vocation plus récréative, il peut toutefois être recommandé de maintenir les friches afin de préserver une valeur culturelle au paysage, mais aussi pour favoriser la diversité locale et la connectivité écologique avec des habitats similaires à l'extérieur du parc. C'est l'avenue préconisée au Parc national d'Oka.

Quelle serait la meilleure gestion des friches pour le Parc national de Frontenac ? Celui-ci étant situé dans un paysage essentiellement forestier, nous croyons qu'il serait préférable de favoriser le retour d'une strate arborescente, notamment pour les friches qui sont complètement isolées dans le massif forestier. Les friches situées en périphérie des routes pourraient néanmoins être maintenues à un stade herbacé ou arbustif afin de favoriser une diversité d'habitats et une grande richesse floristique. Toutefois, une telle richesse n'est pas toujours souhaitable, surtout si cette diversité est principalement associée à des espèces exotiques comme cela a été observé dans les plus jeunes friches. Il serait donc pertinent, advenant le maintien de certaines friches, d'évaluer si la présence de ces espèces est problématique pour le reste de la flore du parc. Par exemple, dans le Parc national du Bic, la présence de routes pavées près de friches agricoles aurait favorisé la propagation du *Gallium mollugo* (Meunier et Lavoie, 2012), une espèce qui peut réduire la richesse et la diversité floristique lorsqu'elle a un recouvrement local supérieur à 50 % (Meunier 2008). Enfin, des études sur la faune devraient également être réalisées afin d'évaluer le rôle des friches dans le maintien de certaines populations animales. Ces études pourraient permettre l'élaboration de modèles prédictifs visant, entre autres, à évaluer la valeur de conservation de ces habitats.

### **Remerciements**

Les auteurs remercient le Parc national de Frontenac, et plus particulièrement René Charest, pour avoir permis la réalisation de cette étude et pour son soutien logistique. Ils remercient aussi Matthieu Charrier pour l'aide lors des inventaires floristiques, et Claude Lavoie pour la figure 1. ◀

Annexe. Liste de tous les taxons recensés dans les friches du Parc national de Frontenac en 2012. Les taxons en gras sont ceux d'origine exotique.

Arbres		
<i>Abies balsamea</i>	<i>Betula populifolia</i>	<i>Pinus resinosa</i>
<i>Acer rubrum</i>	<i>Larix laricina</i>	<i>Populus balsamifera</i>
<i>Acer saccharum</i>	<i>Picea glauca</i>	<i>Populus tremuloides</i>
<i>Betula papyrifera</i>	<i>Picea rubens</i>	
Arbustes		
<i>Acer spicatum</i>	<i>Prunus pensylvanica</i>	<i>Salix discolor</i>
<i>Alnus incana</i> subsp. <i>rugosa</i>	<i>Prunus virginiana</i>	<i>Salix petiolaris</i>
<i>Amelanchier</i> sp.	<i>Rhododendron groenlandicum</i>	<i>Salix pyrifolia</i>
<i>Aronia melanocarpa</i>	<i>Ribes hirtellum</i>	<i>Sorbus</i> sp.
<i>Cornus stolonifera</i>	<i>Rosa</i> sp.	<i>Spiraea alba</i>
<i>Crataegus</i> sp.	<i>Rubus allegheniensis</i>	<i>Spiraea tomentosa</i>
<i>Diervilla lonicera</i>	<i>Rubus idaeus</i>	<i>Vaccinium angustifolium</i>
<i>Ilex mucronata</i>	<i>Rubus repens</i>	<i>Vaccinium myrtilloides</i>
<i>Kalmia angustifolia</i>	<i>Salix bebbiana</i>	<i>Viburnum nudum</i> var. <i>cassinoides</i>
Herbacées		
<b><i>Achillea millefolium</i></b>	<i>Carex debilis</i>	<i>Dichanthelium acuminatum</i>
<i>Agrimonia striata</i>	<i>Carex gracillima</i>	<i>Doellingeria umbellata</i>
<b><i>Agrostis capillaris</i></b>	<i>Carex gynandra</i>	<i>Dryopteris cristata</i>
<b><i>Agrostis gigantea</i></b>	<i>Carex intumescens</i>	<i>Dryopteris intermedia</i>
<i>Agrostis scabra</i>	<i>Carex leptalea</i>	<b><i>Elymus repens</i></b>
<b><i>Agrostis stolonifera</i></b>	<i>Carex leptonevia</i>	<i>Epilobium ciliatum</i>
<i>Anaphalis margaritacea</i>	<i>Carex magellanica</i> subsp. <i>irrigua</i>	<i>Epilobium leptophyllum</i>
<i>Anemone</i> sp.	<i>Carex nigra</i>	<b><i>Epipactis helleborine</i></b>
<i>Anthoxanthum nitens</i>	<i>Carex paleacea</i>	<i>Equisetum arvense</i>
<b><i>Anthoxanthum odoratum</i></b>	<i>Carex pallens</i>	<i>Equisetum pratense</i>
<i>Aralia nudicaulis</i>	<i>Carex projecta</i>	<i>Equisetum sylvaticum</i>
<i>Arisaema triphyllum</i>	<i>Carex pseudocyperus</i>	<i>Erigeron strigosus</i>
<b><i>Artemisia vulgaris</i></b>	<i>Carex scoparia</i>	<i>Euthamia graminifolia</i>
<i>Asclepias syriaca</i>	<i>Carex stipata</i>	<i>Eutrochium maculatum</i>
<i>Athyrium filix-femina</i>	<i>Carex stricta</i>	<i>Festuca rubra</i>
<i>Brachyelytrum aristosum</i>	<i>Carex trisperma</i>	<i>Fragaria virginiana</i>
<i>Brachyelytrum erectum</i>	<i>Carex utriculata</i>	<b><i>Galeopsis tetrahit</i></b>
<i>Bromus ciliatus</i>	<i>Carex vesicaria</i>	<i>Galium asprellum</i>
<i>Calamagrostis canadensis</i>	<b><i>Cerastium fontanum</i> subsp. <i>vulgare</i></b>	<b><i>Galium mollugo</i></b>
<i>Carex arctata</i>	<i>Chamerion angustifolium</i> subsp. <i>angustifolium</i>	<i>Galium palustre</i>
<i>Carex brunnescens</i>	<i>Cinna latifolia</i>	<i>Galium tinctorium</i>
<i>Carex castanea</i>	<i>Circaea alpina</i>	<i>Galium triflorum</i>
<i>Carex crawfordii</i>	<b><i>Cirsium arvense</i></b>	<i>Geum aleppicum</i>
<i>Carex debilis</i> var. <i>rudgei</i>	<i>Clinopodium vulgare</i>	<i>Geum canadense</i>
<i>Carex disperma</i>	<i>Clintonia borealis</i>	<i>Geum macrophyllum</i>
<i>Carex echinata</i>	<i>Coptis trifolia</i>	<i>Geum rivale</i>
<i>Carex crinita</i>	<i>Cornus canadensis</i>	<i>Glyceria canadensis</i>
<i>Carex cryptolepis</i>	<i>Danthonia spicata</i>	<i>Glyceria grandis</i>

Herbacées (suite)		
<i>Glyceria striata</i>	<i>Onoclea sensibilis</i>	<b><i>Rumex acetosella</i></b>
<i>Gymnocarpium dryopteris</i>	<i>Osmunda claytoniana</i>	<i>Scirpus atrocinctus</i>
<i>Hypericum fraseri</i>	<i>Osmunda regalis</i>	<i>Scirpus atrovirens</i>
<b><i>Hypericum perforatum</i></b>	<i>Osmundastrum cinnamomeum</i>	<i>Scirpus cyperinus</i>
<i>Impatiens capensis</i>	<i>Oxalis montana</i>	<i>Scirpus microcarpus</i>
<i>Iris versicolor</i>	<b><i>Oxalis stricta</i></b>	<i>Scirpus pedicellatus</i>
<i>Juncus canadensis</i>	<i>Packera aurea</i>	<b><i>Scorzoneroides autumnalis</i></b>
<i>Juncus dudleyi</i>	<i>Packera schweinitziana</i>	<i>Sisyrinchium angustifolium</i>
<i>Juncus effusus</i>	<i>Persicaria sagittata</i>	<i>Solidago canadensis</i>
<i>Juncus filiformis</i>	<i>Phalaris arundinacea</i>	<i>Solidago rugosa</i>
<i>Juncus tenuis</i>	<i>Phegopteris connectilis</i>	<b><i>Sonchus arvensis</i></b>
<i>Leersia oryzoides</i>	<b><i>Phleum pratense</i></b>	<b><i>Sonchus asper</i></b>
<b><i>Leucanthemum vulgare</i></b>	<b><i>Pilosella caespitosa</i></b>	<b><i>Stellaria graminea</i></b>
<i>Linnaea borealis</i>	<b><i>Pilosella officinarum</i></b>	<i>Symphyotrichum lanceolatum</i>
<i>Liparis loeselii</i>	<b><i>Pilosella piloselloides</i></b>	<i>Symphyotrichum novi-belgii</i>
<b><i>Lolium pratense</i></b>	<b><i>Plantago lanceolata</i></b>	<i>Symphyotrichum puniceum</i>
<b><i>Lotus corniculatus</i></b>	<b><i>Plantago major</i></b>	<b><i>Tanacetum vulgare</i></b>
<i>Luzula multiflora</i>	<i>Platanthera</i> sp.	<b><i>Taraxacum officinale</i></b>
<i>Lycopus americanus</i>	<i>Poa palustris</i>	<i>Thalictrum pubescens</i>
<i>Lycopus uniflorus</i>	<i>Poa pratensis</i>	<i>Thelypteris palustris</i>
<i>Lysimachia borealis</i>	<i>Potentilla anserina</i>	<b><i>Trifolium aureum</i></b>
<i>Lysimachia terrestris</i>	<i>Potentilla norvegica</i>	<b><i>Trifolium pratense</i></b>
<b><i>Lythrum salicaria</i></b>	<i>Prunella vulgaris</i>	<b><i>Trifolium repens</i></b>
<i>Maianthemum canadense</i>	<i>Pteridium aquilinum</i>	<b><i>Veronica officinalis</i></b>
<i>Mentha canadensis</i>	<i>Pyrola americana</i>	<i>Veronica serpyllifolia</i>
<i>Monotropa uniflora</i>	<i>Pyrola elliptica</i>	<b><i>Vicia cracca</i></b>
<i>Nabalus altissimus</i>	<b><i>Ranunculus acris</i></b>	<i>Viola blanda</i>
<i>Oclemena acuminata</i>	<i>Rhinanthus minor</i>	<i>Viola macloskeyi</i>
<i>Oenothera perennis</i>	<i>Rubus pubescens</i>	



## Références

- BENJAMIN, K., A. BOUCHARD et G. DOMON, 2005. Vegetation composition and succession of abandoned farmland: effects of ecological, historical and spatial factors. *Landscape Ecology*, 20: 627-647.
- BENJAMIN, K., A. BOUCHARD et G. DOMON, 2008. Managing abandoned farmland: the need to link biological and sociological aspects. *Environmental Management*, 42: 603-319.
- BORCARD, D., F. GILLET et P. LEGENDRE, 2011. *Use R! Numerical ecology with R*. Springer, 306 p.
- BOWEN, M.E., C.A. MCALPINE, L.M. SEABROOK, A.P.N. HOUSE et G.C. SMITH, 2009. The age and amount of regrowth forest in fragmented brigalow landscapes are both important for woodland dependent birds. *Biological Conservation*, 142: 3051-3059.
- 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/vscan>.
- CHAREST, R., S. POULIN et M. DAOUDI, 2008. Synthèse des connaissances du Parc national de Frontenac. Parc national de Frontenac, Parcs Québec, 56 p.
- DELAGE, M., N. SOUCY-GONTHIER, D. MARCEAU, L.N., MEZUI, A. COGLIASTRO et A. BOUCHARD, 2005. Détection et caractérisation des friches pour leur mise en valeur forestière en Montérégie. Rapport de recherche, Institut de recherche en biologie végétale, Réseau Ligniculture Québec et Département de géographie de l'Université de Montréal, 55 p.
- DUFRÈNE, M. et P. LEGENDRE, 1997. Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. *Ecological Monographs*, 67: 345-366.
- FORMAN, R.T.T., 1995. *Land mosaics: the ecology of landscapes and regions*. Cambridge University Press, 632 p.
- HOBBS, R.J., E. HIGGS et J.A. HARRIS, 2009. Novel ecosystems: implications for conservation and restoration. *Trends in Ecology & Evolution*, 24: 599-605.
- HOLZ, S., P. GUILLERMO et R.D. QUINTANA, 2009. Effects of history of use on secondary forest regeneration in the Upper Parana Atlantic Forest (Misiones, Argentina). *Forest ecology and management*, 258: 1629-1642.
- JIROVÁ, A., A. KLAUDISOVÁ et K. PRACH, 2012. Spontaneous restoration of target vegetation in old-fields in central European landscape: a repeated analysis after three decades. *Applied Vegetation Science*, 15: 245-252.
- KOWARIC, I. 2011. Novel urban ecosystems, biodiversity, and conservation. *Environmental Pollution*, 159: 1974-1983.
- LABRECQUE, P. 1999. Programme de revalorisation des friches dans les rangs agricoles déstructurés du territoire de la MRC de Papineau. MRC de Papineau, Service de la planification et de l'aménagement du territoire, Papineauville, 11 p.
- LEGENDRE, P. et E.D. GALLAGHER, 2001. Ecologically meaningful transformations for ordination of species data. *Oecologia*, 129: 271-280.
- LEGENDRE, P. et L. LEGENDRE, 1998. *Numerical ecology*, Second English edition. Elsevier Science, Amsterdam, 852 p.
- MACDONALD, D., J.R. CRABTREE, G. WIESINGER, T. DAX, N. STAMOU, P. FLEURY, J. GUTIERREZ LAZPITA et A. GIBON, 2000. Agricultural abandonment in mountain areas of Europe: environmental consequences and policy response. *Journal of Environmental Management*, 59: 47-69.
- MDELCC (Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les Changements climatiques). 2015. Sentinelle. Outils de détection des espèces exotiques envahissantes. Disponible en ligne à : <http://www.mdelcc.gouv.qc.ca/biodiversite/especes-exotiques-envahissantes/sentinelle.htm>.
- MEINERS, S.J., S.T.A. PICKETT et M.L. CADENASSO, 2001. Effects of plant invasions on the species richness of abandoned agricultural land. *Ecography*, 24: 633-644.
- MEINERS, S.J., S.T.A. PICKETT et M.L. CADENASSO, 2002. Exotic plant invasion over 40 years of old field successions: community patterns and associations. *Ecography*, 25: 215-223.
- MEUNIER, G., 2008. Le gaillet mollugine (*Galium mollugo* L.) envahisseur : analyse de sa répartition et de ses impacts sur la diversité végétale au Parc national du Bic. Mémoire de maîtrise, Université Laval, Québec, 52 p.
- MEUNIER, G. et C. LAVOIE, 2012. Roads as corridors for invasive plant species: new evidence from smooth bedstraw (*Galium mollugo*). *Invasive Plant Science and Management*, 5: 92-100.
- MIDDLETON, B.A., 2013. Rediscovering traditional vegetation management in preserves: trading experiences between cultures and continents. *Biological Conservation*, 158: 271-279.
- OMELCZUK Walter, C., 2012. Portrait sommaire de la biodiversité des friches agricoles du Parc national de Frontenac. Travail dirigé, Diplôme d'études supérieures spécialisées en environnement et développement durable, Université de Montréal, 70 p.
- OTERO, I., J. MARULL, E. TELLO, G.L. DIANA, M. PONS, F. COLL et M. BOADA, 2015. Land abandonment, landscape, and biodiversity: questioning the restorative character of the forest transition in the Mediterranean. *Ecology and Society*, 7: doi:10.5751/ES-07378-200207
- PARC NATIONAL DE FRONTENAC, 2010. Liste de la flore du Parc national de Frontenac. Mise à jour – novembre 2010. Parc national de Frontenac, Parcs Québec, 16 p.
- PICKETT, S.T.A., 1982. Population patterns through twenty years of oldfield succession. *Vegetation*, 49: 45-59.
- PRACH, K., P. PYŠEK et M. BASTL, 2001. Spontaneous vegetation succession in human-disturbed habitats: a pattern across series. *Applied Vegetation Science*, 4: 83-88.
- SABOURIN, A., 2009. Flore vasculaire et principaux groupements végétaux du Parc national d'Oka. Parc national d'Oka, 41 p.
- SÉPAQ, 2012a. Parc national d'Oka, priorité et potentiels de recherche. Disponible en ligne à : <http://www.sepaq.com/dotAsset/1257207.pdf>.
- SÉPAQ, 2012b. Parc national des Îles-de-Boucherville. Priorité et potentiels de recherche. Disponible en ligne à : <http://www.sepaq.com/dotAsset/1257143.pdf>.
- STANDISH, R.J., V.A. CRAMER, S.L. CRAMER et R.J. HOBBS, 2007. Seed dispersal and recruitment limitation are barriers to native recolonization of old-fields in western Australia. *Journal of Applied Ecology*, 44: 435-445.
- UCHIDA, K., M.K. HIRAIWA et A. USHIMARU, 2016. Plant and herbivorous insect diversity loss are greater than null model expectations due to land-use changes in agro-ecosystems. *Biological Conservation*, 201: 270-276.
- 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, Québec, 420 p.
- VOULIGNY, C. et S. GARIÉPY, 2008. Les friches agricoles au Québec: états des lieux et approches de valorisation. *Agriculture et Agroalimentaire Canada*, Ottawa, 66 p.
- WARREN, M.S., J.K. HILL, J.A. THOMAS, J. ASHER, R. FOX, B. HUNTLEY, D.B. ROY, M.G. TELFER, S. JEFFCOATE, P. HARDING, G. JEFFCOATE, S.G. WILLIS, J.N. GREATOREX-DAVIES, D. MOSS et C.D. THOMAS, 2001. Rapid responses of British butterflies to opposing forces of climate and habitat change. *Nature*, 414: 65-69.
- WARWICK, S.I. et L. BLACK, 1982. The biology of Canadian weeds. 52. *Achillea millefolium* L. S.L. *Canadian Journal of Plant Science*, 62: 163-182.

# Pierre Masson (1919-2016), botaniste et bryologue

*Norman Dignard et Denise Tousignant*

Le Québec vient de perdre un naturaliste hors du commun. Pierre Masson, décédé en juillet dernier à l'âge vénérable de 97 ans, a consacré sa vie à étudier les secrets des végétaux (figure 1). Doué d'une grande intelligence et d'une mémoire phénoménale, il s'intéressait à tout, surtout à la botanique, et tout particulièrement aux bryophytes et aux champignons, ces organismes discrets qu'il faut regarder de près pour bien les connaître.

En 2011, l'équipe de l'émission *La semaine verte* de Radio-Canada a produit un reportage sur les herbiers de la ville de Québec. On y voyait en introduction un Pierre Masson vif et enjoué, mais tout de même un peu intimidé par la caméra, interviewé par l'animateur. Ce petit homme de stature frêle, plutôt timide, n'aimait pas beaucoup parler de lui et détournait rapidement la conversation pour aborder des sujets qu'il considérait plus intéressants que sa personne. Pourtant, sa vie est une leçon d'engagement, de passion et de persévérance, et son héritage scientifique est important. Sa biographie remonte le fil de nombreux faits marquants de l'histoire des sciences naturelles au Québec.

## Enfance et études

Pierre Masson est né à Outremont le 8 février 1919, dans une famille bourgeoise issue de la lignée de Joseph Masson (1791-1847), homme d'affaires, premier millionnaire canadien-français et dernier seigneur de Terrebonne, et de Rodrigue Masson (1833-1903), homme politique, ministre et lieutenant-gouverneur du Québec. Enfant intelligent et curieux, Pierre Masson a pour voisin le petit Pierre-Elliot Trudeau, avec qui il jouera pendant plusieurs années. En 1940, il termine son cours scientifique au collège Mont-Saint-Louis. Deux ans plus tard, il obtient son certificat en mathématique, physique, chimie et sciences naturelles (MPCN) de l'Université de Montréal. De 1943 à 1944, il travaille comme commis au dépôt de Montréal-Est de l'Aviation royale canadienne. En 1948, deux ans après qu'il ait obtenu une licence en sciences naturelles de l'Université de Montréal, l'Office des recherches scientifiques lui accorde une bourse pour étudier un sujet de physiologie végétale. Sous la direction de Marcel Cailloux, premier professeur francophone à enseigner la physiologie végétale à Montréal, il rédige une thèse de maîtrise portant sur l'influence du mercure sur le chou rouge, qu'il complète par un certificat de biogéographie. En 1949, l'Université de Montréal lui décerne le titre de Maître ès Sciences.

## Carrière

Cette année-là, il entre au service de la section Forêt du ministère fédéral des Ressources naturelles, où il s'occupera de l'analyse de sols forestiers à la station de recherche forestière



Figure 1. Pierre Masson à l'Herbier du Québec, vers 2010.

Romain Néron, ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation

de Valcartier, en banlieue de Québec. En juillet 1950, le Musée de la Province (aujourd'hui le Musée national des beaux-arts du Québec) qui possède à l'époque une importante collection scientifique, le recrute à titre de botaniste. Devenu responsable de l'herbier de l'institution, il fera passer la collection de 5000 à un peu plus de 30 000 spécimens au cours des 20 années où il y travaillera. S'intéressant tant à la flore invascularisée qu'aux plantes vasculaires du Québec, il ajoute à l'herbier des collections de champignons charnus, de bryophytes et de lichens.

C'est au cours des années 1950 qu'il développe véritablement sa passion pour la bryologie. En 1959, il a la chance de participer au IX<sup>e</sup> Congrès international de botanique tenu à Montréal puis de se rendre en train à Churchill, au Manitoba, pour une excursion post-congrès. En plus de s'y familiariser avec la flore de la toundra et d'en rapporter 150 spécimens, il y fait la connaissance du botaniste américain Arthur Cronquist, une figure marquante de la

*Norman Dignard est ingénieur forestier et botaniste. Il travaille à la Direction de la recherche forestière du ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs comme conservateur associé de l'Herbier du Québec. Ses principales activités portent sur la floristique, la biosystématique, la biodiversité et la flore menacée ou vulnérable.*

*norman.dignard@mffp.gouv.qc.ca*

*Denise Tousignant est biologiste et éditrice scientifique à la Direction de la recherche forestière du ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs. Elle est aussi rédactrice en chef du Naturaliste canadien.*



Figure 2. Observation d'un spécimen sur le terrain.

Lise Robitaille, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs

foresterie et de géodésie de l'Université Laval, lors des séances de laboratoire où il aide les étudiants à acquérir des notions de base en bryologie. Nombre d'entre eux se souviendront longtemps de son amabilité et de l'étendue encyclopédique de ses connaissances.

En plus de sa carrière au Musée de la Province et au ministère des Ressources naturelles, Pierre Masson était très impliqué dans le Cercle des mycologues amateurs de Québec (CMAQ) dont il a été en 1951 l'un des membres fondateurs aux côtés, notamment, du docteur René Pomerleau. De 1951 à 1963, il en aura été tour à tour secrétaire, trésorier, vice-président et président. Au début des années 1980, il a été l'invité d'honneur à un banquet donné pour souligner son dévouement et son attachement au Cercle.

### Travailleur infatigable, même retraité

À l'automne 1987, Pierre Masson prend sa retraite et s'octroie quelques mois de repos, séjournant souvent à la résidence d'été de la famille Masson à Sainte-Marguerite-du-Lac-Masson. L'endroit est nommé, vous l'aurez deviné, en l'honneur du frère de son grand-père paternel, Édouard Masson, pilier de la colonisation de la région. Pour demeurer actif, il revient toutefois à Québec et décide de poursuivre son travail à l'herbier, cette fois de manière entièrement bénévole. Il s'y est rendu diligemment plusieurs jours par semaine pendant... 27 ans!

À l'automne 2014, il est hospitalisé pendant plusieurs semaines pour une infection pulmonaire. À sa sortie de l'hôpital, affaibli, il quitte définitivement l'Herbier et la ville de Québec pour s'installer dans une maison de retraite de Saint-Sauveur. Il y passera une année avant de s'éteindre paisiblement, le 17 juillet 2016.

### Son héritage scientifique

Au cours de sa carrière, il a présenté, seul ou en collaboration, une vingtaine de communications à l'ACFAS, plusieurs conférences et quelques travaux sur les bryophytes. S'il a assez peu publié, il a en revanche récolté une grande quantité de spécimens. Il nous laisse 27 000 spécimens de plantes vasculaires, de bryophytes et de lichens et 4 000 spécimens de champignons, dont un bon nombre de duplicatas ont été distribués dans plusieurs herbiers d'Amérique du Nord et d'Europe, ainsi que ses carnets de terrain (1951-1988). Il laisse aussi une correspondance avec plusieurs des grands noms de la botanique de son époque, notamment les bryologues James Kucyniak (Jardin botanique de Montréal), Rudolf M. Schuster (Université du Massachussets), Howard A. Crum (Musée national du Canada et Université du Michigan), Robert R. Ireland (Musée national du Canada) et les lichénologues John W. Thomson (Université du Wisconsin), Irwin M. Lamb (Université Harvard) et Henri Des Abbayes (Université de Rennes). Près de 5 400 de ses spécimens de plantes vasculaires sont référencés dans la banque de données Canadensys ([www.canadensys.net](http://www.canadensys.net)). Un hybride de carex, le *Carex* × *massonii* R. Cayouette et Lepage (*C. lurida* Wahlenberg × *Carex utriculata* Boott), décrit en 1977 dans le *Naturaliste canadien*

botanique et auteur d'une classification des angiospermes, avec qui il a brièvement correspondu. Cet homme l'avait fortement impressionné par son amabilité, sa jovialité et sa stature.

### Un homme et son herbier

En 1962, alors que le ministère des Affaires culturelles devient responsable du Musée de la Province, un comité d'orientation recommande d'exclure du Musée les sciences de la nature et de démembrer les collections d'histoire naturelle. Le ministre Georges-Émile Lapalme déclarera, d'un ton arrogant : « Les bibittes [et les autres collections de sciences naturelles], ça ne fait pas partie de la culture. Dehors! ». L'herbier et la collection d'insectes, notamment, seront rapidement relocalisés à l'Université Laval et y resteront entreposés (sans être intégrés aux collections de l'institution) jusqu'à ce que le gouvernement du Québec réunisse ses trois collections de végétaux (Agriculture, Terres et Forêts et Musée de la Province) au Complexe scientifique du Québec en 1972. L'Herbier du Québec sera enfin doté de locaux adéquats et du personnel suffisant pour assurer son fonctionnement. Pierre Masson, transféré au Service de la recherche du ministère des Terres et Forêts, y œuvre alors à titre de botaniste-chercheur et de conservateur des cryptogames (figure 2). Au cours des années suivantes, il identifie des milliers de spécimens soumis par les écologistes et les forestiers du ministère. Il trouve aussi du temps pour réaliser ses propres herborisations, en particulier dans les régions de Québec, de la Côte-du-Sud, du Bas-Saint-Laurent, de la Beauce et de l'Estrie, et enrichir substantiellement la collection de bryophytes et de lichens. Pendant plusieurs années, il assiste aussi son ami Louis Parrot, professeur de botanique forestière à la Faculté de

(Vol. 104: 567-568), lui a été dédié. Il était membre de la Société linnéenne du Québec et de la Botanical Society of America.

Pierre Masson était doté d'un solide sens de l'humour et d'une santé hors du commun. Sur le terrain, il pouvait très bien grimper à un arbre pour cueillir un échantillon ou retrouver son chemin. Très bon nageur, il n'hésitait pas à se lancer dans un marais ou un lac pour aller chercher la plante aquatique dont l'identité le titillait.

Nous rendons hommage à sa gentillesse, à sa persévérance tranquille, à sa soif de connaissances, à son dévouement et à sa rigueur, des qualités qui ont fait de lui un grand naturaliste. Nous l'aimions beaucoup et il laisse un grand vide à l'Herbier du Québec. ◀

## Contributions de Pierre Masson

### Causeries et conférences

- Culture des plantes supérieures dans les milieux artificiels. Département de biologie, Québec, 26 janvier 1951.
- Carences des végétaux supérieurs. Société linnéenne, Québec, 25 avril 1951.
- Notes sur la végétation du mont Washington et des environs. Département de biologie, Québec, 4 décembre 1951.
- Champignons de la région de Québec. Cercle des mycologues amateurs de Montréal. Mont-Saint-Louis, Montréal, 19 mai 1952.
- Les Hydnes stipités de la province de Québec. Cercle des mycologues amateurs de Québec, 1953.
- Les Agaricales. Cercle des mycologues amateurs de Québec, 17 novembre 1953.
- Les habitats à champignons. Cercle des mycologues amateurs de Québec, 1962.
- Les Lichens. Cercle des mycologues amateurs de Québec, 25 novembre 1964.
- Coup d'œil sur la végétation de la province de Québec. Association des femmes célibataires, 19 octobre 1965.
- Coup d'œil sur la végétation des Petites Antilles et de Porto-Rico. Cercle des mycologues amateurs de Québec, février 1968.

### Articles vulgarisés sur des sujets botaniques

- Masson, P. 1946. La connaissance du milieu. *Servir*, numéro 55-56, juin-juillet 1946.
- Masson, P. 1949. Des champignons. *Le Scout catholique*, numéro 119, février 1949.
- Masson, P. 1949. Les sucres. *Le Scout catholique*, numéro 120, mars 1949.
- Masson, P. 1949. Les insectes que l'on connaît. *Le Scout catholique*, numéro 121, avril 1949.
- Masson, P. 1949. Repas sans aliment gras. *Le Scout catholique*, numéro 122, mai 1949.
- Masson, P. 1950. Hibernement des végétaux I. *Le Scout catholique*, numéro 130, mars 1950.
- Masson, P. 1950. Herborisation. *Le Scout catholique*, numéro 132, mai 1950.
- Masson, P. 1950. Curiosités naturelles. *Le Scout catholique*, numéro spécial, juin-juillet 1950.
- Masson, P. 1951. Hibernement des végétaux II. *Le Scout catholique*, numéro 141, février 1951.
- Masson, P. 1953. Le pain du diable. *Contact*, volume XII, numéro 8, 1953.
- Masson, P. 1955. Les plantes de Noël (Les plantes de l'époque des Fêtes). *L'Action catholique*, 27 et 28 décembre 1955.

## Communications à l'Association canadienne-française pour l'avancement des sciences (ACFAS)

- Masson, P. et M. Cailloux, 1949. L'influence du mercure sur le chou rouge. *Annales de l'ACFAS*, 15.
- Masson, P., 1951. Un élément subarctique dans les Laurentides : le *Ranunculus lapponicus* L. *Annales de l'ACFAS*, 17.
- Masson, P., 1951. Le bleuissement des tiges du chou rouge causé par leur intoxication au semesan. *Annales de l'ACFAS*, 17.
- Masson, P., 1952. Un *Pinetum sylvestrii* dans les Laurentides. *Annales de l'ACFAS*, 18.
- Masson, P., 1954. Additions à la flore lichénologique du Québec I. *Annales de l'ACFAS*, 20.
- Masson, P., 1955. Additions à la flore lichénologique du Québec II. *Annales de l'ACFAS*, 21.
- Masson, P., 1958. Épiphytisme : comportement accidentel de certains arbres de la ville de Québec. *Annales de l'ACFAS*, 24.
- Masson, P., 1958. Quelques muscinées intéressantes du centre du Québec. *Annales de l'ACFAS*, 24.
- Masson, P., 1958. Notes sur quelques Hypnacées de la province de Québec. *Annales de l'ACFAS*, 24.
- Masson, P. 1966. Additions à la flore lichénologique du Québec III. *Annales de l'ACFAS*, 32.
- Masson, P., 1967. Notes sur quelques muscinées du Québec. *Annales de l'ACFAS*, 33.
- Masson, P. et A. Gagnon, 1959. Quelques extensions. *Annales de l'ACFAS*, 25.
- Masson, P. et A. Gagnon, 1960. Quelques lichens nouveaux ou passés inaperçus pour la province de Québec. *Annales de l'ACFAS*, 26.
- Masson, P. et A. Gagnon, 1961. Quelques plantes intéressantes des bassins de la Chaudière et de l'Etchemin. *Annales de l'ACFAS*, 27.
- Masson, P. et A. Gagnon, 1961. Un élément arctique-alpin dans le comté de Montmagny : *Epilobium arcticum* L. *Annales de l'ACFAS*, 27.
- Masson, P. et A. Gagnon, 1962. Quatre lichens nouveaux pour le Québec. *Annales de l'ACFAS*, 28.

## Publications scientifiques

- Masson P. et L. Parrot, 1971. Clé pour l'identification des principales bryophytes forestières du Québec méridional I. Principaux groupes et genres. *Le Naturaliste canadien*, 98: 97-107.
- Masson, P. et L. Parrot, 1979. Les Polytricales du Québec : descriptions et clés analytiques. *Le Naturaliste canadien*, 105: 511-513.
- Masson, P. et L. Parrot, 1997. Les sphaignes forestières du Québec méridional : descriptions, clés analytiques et répartitions. Gouvernement du Québec, ministère des Ressources naturelles, Direction de la recherche forestière, Québec. Guide n° 6, 65 p.

# Première mention de l'hélice des bois (*Arianta arbustorum*) au Québec et mention anecdotique du petit-gris (*Cornu aspersum*)

Isabelle Picard, Jean-François Desroches et Gilles Ethier

## Résumé

De nombreux individus de l'hélice des bois (*Arianta arbustorum*) ont été observés à Boucherville en juin 2015 et en 2016 ainsi qu'à l'Île-des-Sœurs en juin 2016. Cela représente les premières mentions de cette espèce au Québec et surtout, celles de populations viables. En 2015, un petit-gris (*Cornu aspersum*) juvénile a également été trouvé dans une grappe de raisins de Californie qui provenait d'une épicerie de Sherbrooke. Ces deux espèces d'escargots exotiques sont originaires d'Europe. Elles ont été introduites ailleurs au Canada et ne semblent pas envahissantes. Cependant, un suivi serait nécessaire pour vérifier la survie à plus long terme des populations d'hélice des bois à Boucherville et à l'Île-des-Sœurs et valider la présence de cette espèce ailleurs au Québec.

**MOTS-CLÉS :** *Arianta arbustorum*, *Cornu aspersum*, escargot, espèce exotique, espèce introduite, Québec

## Abstract

The present article provides information from Québec (Canada) concerning the record of two species of exotic snails native to Europe. In June 2015, numerous copse snails (*Arianta arbustorum*) were observed at Boucherville, and in June 2016, further specimens were found on Ile-des-Sœurs. These are the first records of this species for the province and are of viable populations. In 2015, a juvenile brown garden snail (*Cornu aspersum*) was found in a bunch of Californian grapes bought at a grocery store in Sherbrooke. Both these species have been introduced elsewhere in Canada, but do not seem to be invasive. Further surveys will, however, be needed to evaluate the persistence of the copse snail populations, and to evaluate the presence of the species elsewhere in the province.

**KEYWORDS:** *Arianta arbustorum*, *Cornu aspersum*, exotic species, introduced species, Québec, snail

## Introduction

L'introduction d'espèces exotiques est l'une des principales menaces à la biodiversité indigène (Simberloff et collab., 2005). Plusieurs espèces ont des répercussions négatives sur l'agriculture par leurs dommages sur les plantes et les coûts de leur contrôle dans les productions. C'est le cas notamment de certains de nos escargots et limaces qui sont reconnus comme ravageurs des plantes (Grimm et collab., 2009). Néanmoins, la liste des espèces de mollusques terrestres au Québec est encore méconnue. Elle ne fait actuellement l'objet d'aucun inventaire ou recherche spécifique. À ce jour, au moins 85 espèces de limaces et d'escargots terrestres ont été identifiées dans la province. Une vingtaine d'entre elles sont d'origine exotique et se sont acclimatées (Picard, données non publiées). Dans la présente note, nous signalons l'introduction de deux nouvelles espèces d'escargots : l'hélice des bois (*Arianta arbustorum* Linné, 1758) et le petit-gris (*Cornu aspersum* O.F. Müller, 1774 [= *Helix aspersa*]).

## Observation de l'hélice des bois à Boucherville

Le 11 juin 2015, lors d'une sortie ornithologique au parc de la Frayère à Boucherville par Gilles Ethier, quelques escargots (coquille d'environ 20 mm de diamètre) ont été observés en bordure d'un sentier situé au nord du pont de

la rivière aux Pins (lat. 45° 38' 45" N; long. 73° 26' 40" O). Trois d'entre eux ont été récoltés pour identification; il s'est avéré qu'il s'agissait de l'hélice des bois (*Arianta arbustorum*) (figure 1), un escargot de la famille des Hélicidés et originaire d'Europe (Kerney et Cameron, 1999). Au Canada, l'espèce avait déjà été recensée à quelques endroits à Terre-Neuve, au Nouveau-Brunswick, à Toronto en Ontario (Grimm et collab., 2009) et plus récemment, sur l'Île-du-Prince-Édouard (McAlpine et Forsyth, 2014). Aucune mention n'avait encore été faite au Québec.

Le 27 juin 2015, une seconde visite a été effectuée par les auteurs au parc de la Frayère dans le but de mieux documenter la présence de l'hélice des bois. La journée était ensoleillée, la température de l'air atteignait 22 °C et le sol était plutôt sec dans le secteur où avaient été observés les spécimens le 11 juin.

Isabelle Picard est biologiste spécialisée en malacologie, ichtyologie et herpétologie.

[ipicard@ca.inter.net](mailto:ipicard@ca.inter.net)

Jean-François Desroches est biologiste et enseignant en Techniques de bioécologie au Cégep de Sherbrooke.

[jeanfrancois.desroches@cegepshebrooke.qc.ca](mailto:jeanfrancois.desroches@cegepshebrooke.qc.ca)

Gilles Ethier est retraité, ornithologue amateur et photographe naturaliste.



Isabelle Picard

Figure 1. Hélice des bois (*Arianta arbustorum*) provenant de Boucherville, 2015.



Isabelle Picard

Figure 2. Petit-gris (*Cornu aspersum*) juvénile trouvé à Sherbrooke en 2015.

Les conditions météorologiques n'étaient donc pas optimales, puisque l'hélice des bois est réputée préférer les milieux très humides (Kerney et Cameron, 1999). Une recherche d'environ une heure effectuée par les trois auteurs a permis néanmoins de trouver 53 hélices des bois dont 47 étaient mortes, déshydratées dans leur coquille. L'odeur des cadavres semblait indiquer une mort récente. Les escargots étaient à découvert sur le sol ou sous des feuilles mortes, en bordure de la piste cyclable asphaltée. L'habitat à cet endroit est forestier et dominé par des frênes (dont *Fraxinus pennsylvanica*) et des érables à Giguère (*Acer negundo*) et on y trouve des colonies d'anhrisque des bois (*Anthriscus sylvestris*), une plante introduite au Québec. Quelques escargots ont aussi été trouvés dans un habitat plus herbeux, entre la rivière aux Pins et la frênaie, où poussent l'anhrisque des bois, l'herbe-à-puce (*Toxicodendron radicans* var. *radicans*) et l'érable à Giguère. La seule autre espèce de gastéropode répertoriée lors de cette recherche est l'ambrette ovale (*Novisuccinea ovalis* (Say, 1817) (2 individus). La durée de la fouille, les conditions météorologiques défavorables et le fait que les efforts étaient concentrés sur l'hélice des bois font que cette liste sous-estime certainement les espèces de gastéropodes terrestres du territoire exploré. Presque toutes les hélices des bois récoltées cette journée étaient des adultes (52/53 individus) qui présentaient les mensurations de coquille suivantes : hauteur de 14,7 à 19,9 mm ( $\bar{X}$ :  $17,2 \pm 1,1$  mm) et longueur de 17,7 à 23,0 mm ( $\bar{X}$ :  $19,4 \pm 1,1$  mm). Le dernier spécimen était un immature dont la coquille était brisée, et n'a donc pas été mesuré.

Le 14 juin 2016, Gilles Ethier a revisité le site du parc de la Frayère à Boucherville pour confirmer la persistance de cette population de l'hélice des bois. Il a observé une vingtaine de spécimens sur une distance d'environ 3 m dans le même secteur qu'en 2015. Des photographies de référence ont été prises et les deux autres auteurs ont pu confirmer l'identification.

### Observation de l'hélice des bois à l'Île-des-Sœurs

Le 10 juin 2016, d'autres hélices des bois (*Arianta arbustorum*) ont également été trouvées à l'Île-des-Sœurs près de Montréal par l'un des auteurs (JFD). Quelques coquilles vides ont tout d'abord été remarquées à la base d'un lampadaire le long d'une piste cyclable, dans un milieu boisé clairsemé

(lat. 45° 26' 49,5" N; long. 73° 33' 38,5" O). Peu après, un individu vivant a été capturé dans l'herbe à côté d'un autre lampadaire (lat. 45° 26' 45,5" N; long. 73° 33' 26,3" O) en compagnie de l'escargot des jardins (*Cepaea hortensis* Müller, 1774) (figure 3) et de l'escargot des haies (*C. nemoralis* [Linné, 1758]) (figure 4). Finalement, moins d'une heure plus tard, une seconde hélice des bois vivante a été trouvée, cette fois-ci sous un morceau d'asphalte d'un rivage rocheux et herbeux du fleuve Saint-Laurent, au pied d'une pente (lat. 45° 26' 44,8" N; long. 73° 33' 20,1" O).

### Mention anecdotique du petit-gris

En août 2015, un petit-gris (*Cornu aspersum*) juvénile (figure 2) vivant a été observé rampant sur une table de pique-nique pendant une collation en plein air à Sherbrooke (lat. 45° 22' 19,6" N; long. 71° 53' 32,2" O). L'escargot s'était échappé d'une grappe de raisins de Californie achetée dans une épicerie locale. Aucun autre escargot de cette taille n'a été observé à cet endroit. L'escargot a été apporté aux deux premiers auteurs pour identification. Il était bien actif et a été gardé en terrarium à la même température que celle extérieure tout l'été avec des soins minimaux, ce qui confirme son potentiel de survie du moins à court terme. À l'automne, il a été entré à l'intérieur pour être élevé jusqu'à sa taille adulte.

### Description des espèces

L'hélice des bois et le petit-gris sont des escargots de la famille des Hélicidés. Cette famille compte plusieurs espèces paléarctiques, principalement originaires d'Eurasie, mais introduites à plusieurs endroits dans le monde (Abbott, 1989). Au Québec, trois autres espèces sont rapportées : l'escargot des jardins (*Cepaea hortensis*), indigène, l'escargot des haies (*C. nemoralis*), introduit à quelques endroits (Grimm et collab., 2009), et l'escargot de Bourgogne (*Helix pomatia* Linné, 1758), dont un couple a été trouvé à Québec (Brisson et collab., 2013).

Nos deux nouvelles espèces peuvent être confondues principalement avec les *Cepaea*, qui possèdent une coquille de taille semblable (habituellement de 15 à 25 mm de longueur) et sont plus répandus au Québec (Picard et Desroches, données non publiées). L'escargot des jardins (*Cepaea hortensis*) se



Isabelle Picard

Figure 3. Escargot des jardins (*Cepaea hortensis*).



Isabelle Picard

Figure 4. Escargot des haies (*Cepaea nemoralis*).

trouve surtout le long de l'estuaire et du fleuve Saint-Laurent, de la Basse-Côte-Nord jusqu'en Outaouais tandis que l'escargot des haies (*Cepaea nemoralis*) se limite davantage au sud-ouest de la province, surtout autour de Montréal mais également en Outaouais. Les deux *Cepaea* se remarquent facilement dans les milieux ouverts, urbains et péri-urbains par leur coquille globuleuse de coloration très variable allant du jaune au brun en passant par le rose, présentant souvent des rayures sombres bien définies. Ces espèces polymorphiques se ressemblent beaucoup, mais se distinguent par la couleur du péristome (bordure externe de l'ouverture d'une coquille d'escargot, aussi appelé labre) autour de l'ouverture : blanc chez l'escargot des jardins et brun foncé chez l'escargot des haies. Tout comme l'escargot des jardins, l'hélice des bois possède une ouverture avec un péristome blanc et réfléchi (figure 1). Elle présente toutefois une coquille de couleur différente, brunâtre, parfois rayée par une bande spiralée sombre et comportant des taches mouchetées plus claires réparties sur la coquille. Son ombilic (l'orifice à la base inférieure de la coquille d'un escargot montrant l'axe d'enroulement) est également ouvert par une fente étroite alors qu'il est toujours fermé chez les *Cepaea* et le petit-gris.

La coquille du petit-gris, quant à elle, est jaune à brune (figure 2). L'espèce pourrait être confondue avec l'hélice des bois par les marques pâles de sa coquille; toutefois celles-ci sont transversales et de forme irrégulière. La couleur du corps du petit-gris, ainsi que de celui des *Cepaea* et de l'escargot de Bourgogne, est également beige grisâtre, nettement plus pâle que la couleur noirâtre foncée du corps de l'hélice des bois. À maturité, l'escargot de Bourgogne devient beaucoup plus grand que les autres Hélicidae (plus de 30 à 50 mm). Il se reconnaît à sa coquille épaisse globuleuse de couleur blanc-crème présentant des bandes brunes avec des stries d'accroissement grossières. Ces bandes, de couleur plus uniforme sur toute leur largeur chez l'escargot de Bourgogne, ont cependant des contours moins nets que chez celles du petit-gris.

### Discussion et conclusion

La découverte d'au moins deux populations d'hélice des bois au Québec s'ajoute aux mentions de l'espèce ailleurs

au Canada. Elles représentent un ajout à la liste des espèces exotiques sur notre territoire. Même si l'effet de cet escargot sur les populations indigènes ou sur les habitats n'est pas connu, il importe de demeurer vigilant. En effet, certains gastéropodes introduits sont réputés nuisibles à l'agriculture, aux plantes ornementales ou aux autres gastéropodes (Grimm et collab., 2009). En Europe, l'hélice des bois est considérée rare et confinée aux zones de climat sec (Kerney et Cameron, 1999). Aux États-Unis, on considère que l'espèce a un faible potentiel envahisseur (Cowie et collab., 2009). Grimm et collab. (2009) rapportent également que les inspecteurs des douanes canadiennes l'ont interceptée plusieurs fois sur des plantes provenant d'Europe. En dépit de ces introductions sans doute répétées, l'hélice des bois ne s'est pas bien établie au Canada. Malgré le faible potentiel anticipé de l'espèce comme peste, il serait important, dans les prochaines années, de suivre de près cette population introduite pour en vérifier la persistance et la viabilité.

Notre mention du petit-gris ne prouve pas la présence d'une population établie au Québec de cet escargot introduit. Toutefois, il est probable que cet escargot puisse survivre à court terme à nos températures. Un potentiel d'introduction existe donc, et des populations pourraient être présentes sans avoir été rapportées officiellement. Cette espèce a été introduite un peu partout dans le monde dans les régions tempérées, mais elle demeure encore peu répandue au Canada. Des mentions existent à Terre-Neuve et à Halifax, mais l'espèce ne semble établie avec certitude qu'en Colombie-Britannique. Comme elle ne semble pas tolérante au froid, elle y survit, sans prospérer. Sous nos latitudes, elle serait surtout un ravageur des plantes de serres (Grimm et collab., 2009).

Il serait pertinent d'effectuer d'autres recherches ailleurs au Québec afin d'actualiser et de mieux documenter la faune des gastéropodes. La récolte ou la photographie d'escargots par les naturalistes et certains professionnels aiderait beaucoup à obtenir des données sur la répartition des différentes espèces d'escargots et limaces. Ces données, qu'il s'agisse des photographies ou de spécimens, peuvent être envoyées à l'auteure principale.

## Remerciements

Les auteurs remercient Andrée Thériault pour son aide à l'identification de certains végétaux ainsi que Robert Forsyth pour la validation des identifications d'escargots. Nous remercions aussi Patricia Doe et Philippe Langevin de nous avoir rapporté le petit-gris et de nous avoir transmis les détails de leur observation. Finalement, nous remercions Denise Tousignant et les deux réviseurs anonymes pour leurs commentaires et corrections sur la version préliminaire du manuscrit. ◀

## Références

- ABBOTT, R.T., 1989. Compendium of landshells. American Malacologists, Burlington, États-Unis. 240 p.
- BRISSON, J.D., R. ROY, B.-O. OUELLET et P. NADEAU, 2013. Découverte d'un couple de l'escargot de Bourgogne au Québec et quelques remarques sur nos escargots Hélicidés (Mollusques). *Le Naturaliste canadien*, 137(1): 39-44.
- COWIE, R.H., R.T. DILLON Jr., D.G. ROBINSON et J.W. SMITH, 2009. Alien non-marine snails and slugs of priority quarantine importance to the United States: A preliminary risk assessment. *American malacological Bulletin*, 27: 113-132.
- GRIMM, F.W., R.G. FORSYTH, F.W. SCHUELER et A. KARSTAD, 2009. Identification des escargots et des limaces terrestres au Canada. Agence canadienne d'inspection des aliments, Ottawa. 168 p.
- KERNEY, M.P. et R.A.D. CAMERON, 1999. Guide des escargots et limaces d'Europe. DELACHAUX et NIESTLÉ S. A., Lausanne, Suisse. 370 p.
- MCALPINE, D.F. et R.G. FORSYTH, 2014. Occurrence of the Copse Snail, *Arianta arbustorum* (Helicidae), on Prince Edward Island: an addition to the North American range of a purported potential pest. *Northeastern Naturalist*, 21(1): 5-7.
- SIMBERLOFF, D., I.M. PARKER et P.N. WINDLE, 2005. Introduced species policy, management, and future research needs. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 3: 12-20.



# Extension de l'aire de répartition connue du campagnol sylvestre (*Microtus pinetorum*) : mention la plus nordique au Québec

Patricia Brouillette et Monique Boulet

## Résumé

Le campagnol sylvestre (*Microtus pinetorum*) occupe la partie est de l'Amérique du Nord. Au Canada, on le trouve dans le sud-ouest de l'Ontario et dans le sud-est du Québec. Compte tenu de sa répartition restreinte et fragmentée ainsi que de sa rareté relative, il a obtenu un statut d'espèce préoccupante au Canada en 1998. Il se caractérise notamment par le fait qu'il soit le seul campagnol fouisseur au pays. Le 28 août 2013, un spécimen a été capturé au lac Mondor à Saint-Jean-de-Matha, dans la région de Lanaudière, au Québec. Cette observation est la plus septentrionale à ce jour, et constitue la première et unique mention de l'espèce au nord du fleuve Saint-Laurent. Cet article propose un état de la situation de cette espèce au Québec et décrit le spécimen capturé ainsi que l'environnement où il a été trouvé afin de bonifier les connaissances scientifiques sur ce micromammifère peu commun.

MOTS CLÉS : campagnol sylvestre, habitat, *Microtus pinetorum*, Québec, répartition

## Abstract

The woodland vole (*Microtus pinetorum*) is the only species of fossorial vole found in Canada. It has a wide distribution range across eastern North America, with the northernmost limit occurring in southern Ontario and southeastern Québec. Because of its limited and fragmented distribution within Canada, and the lack of data on its population status, the woodland vole was designated as being of "Special Concern" in 1998. A specimen caught on August 28, 2013 in Saint-Jean-de-Matha (Lanaudière region, Québec), provides the northernmost record for the species and the first report of an individual north of the St. Lawrence River. To improve knowledge about this rather uncommon small mammal, the present article offers a status report for the province of Québec, and information about the observation and the habitat in which the specimen was found.

KEYWORDS: distribution, habitat, *Microtus pinetorum*, Québec, woodland vole

## Introduction

Le campagnol sylvestre (*Microtus pinetorum*) occupe tout l'est de l'Amérique du Nord, du golfe du Mexique (lat. 30,0°N) jusqu'à l'extrême sud du Québec (lat. 45,5°N) (figure 1) (Desrosiers et collab., 2002; COSEPAC, 2010). Bien qu'il soit parfois très abondant et même considéré comme une espèce nuisible dans certains États américains, peu de mentions ont été répertoriées au Canada. Moins de 2 % de l'aire de répartition mondiale du campagnol sylvestre se trouve au Canada (COSEPAC, 2010). Depuis 1956, des campagnols sylvestres ont été observés à une trentaine de sites dans le sud-ouest ontarien et à 4 sites au Québec, soit en Montérégie et en Estrie. Au total, 7 occurrences ont été rapportées au Québec, dont 4 au Mont Saint-Hilaire, en Montérégie (tableau 1; figure 1). Ces dernières, toutes situées au sud du fleuve Saint-Laurent, ont été enregistrées entre les années 1966 et 1976 et représentent les mentions les plus nordiques de l'espèce. Le vaste territoire qui sépare les populations des deux provinces nous laisse croire qu'il n'y a pas de liens génétiques entre elles. La population du Québec serait davantage associée à celle de l'État du Vermont (COSEPAC, 2010).

Au cours de l'été 2013, nous avons eu la surprise de capturer un campagnol sylvestre lors d'un inventaire visant la recherche de campagnols des rochers (*Microtus chrotorrhinus*)

au lac Mondor, dans la région de Lanaudière, au Québec. Il s'agit de la première mention de l'espèce au nord du fleuve Saint-Laurent. Cet article vise à partager cette information pour le moins inattendue qui remet en question les limites actuelles de l'aire de répartition de cette espèce sensible aux grands froids (Ross, 1998).

## Description et biologie de l'espèce

Le campagnol sylvestre appartient à l'ordre des rongeurs et à la famille des cricétidés. Avec le campagnol à dos roux de Gapper (*Clethrionomys gapperi*), il est l'un des plus petits rongeurs de sa famille. Il pèse en moyenne 25,6 g (de 19 à 39 g) bien que les femelles gravides puissent être plus lourdes. À l'âge adulte, la longueur totale, y compris la queue, varie de 90 à 145 mm. Sa queue est courte (de 15 à 25 mm) et ne représente que 20 % de sa longueur totale. Son pied postérieur mesure de 14 à 20 mm et la longueur de son oreille, de 7 à 9 mm (Banfield, 1974; Desrosiers et collab., 2002).

Patricia Brouillette est biologiste à l'Organisme des bassins versants de la Zone Bayonne (OBVZB).

patricie\_brouillette@hotmail.com

Monique Boulet est biologiste à la retraite. Elle a été responsable de la faune terrestre et de ses habitats pendant de nombreuses années au sein du gouvernement.

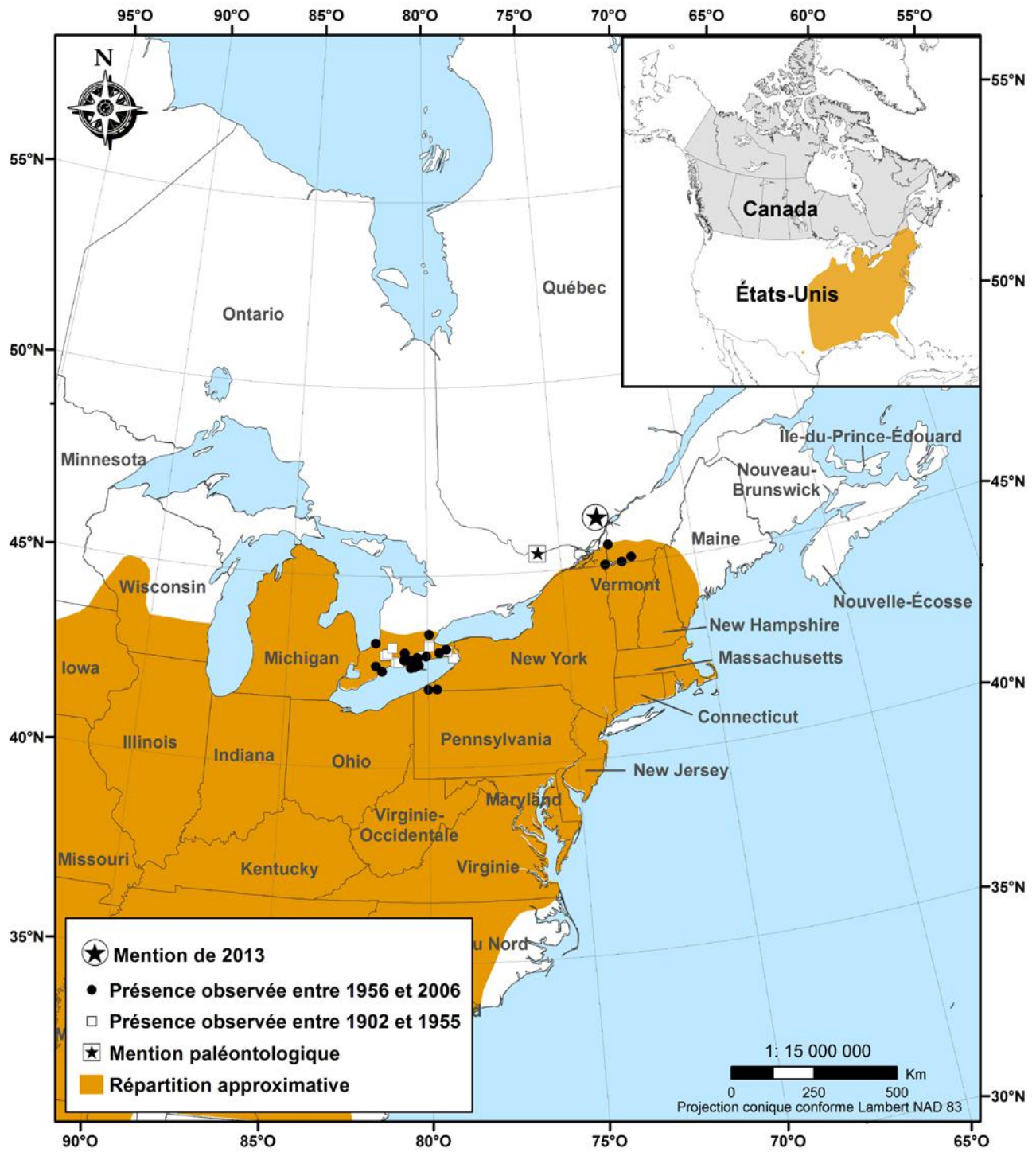


Figure 1 : Aire de répartition du campagnol sylvestre dans l'est de l'Amérique du Nord selon Patterson et collab. (2003) et emplacement des occurrences au Canada (COSEPAC, 2010).

Tableau 1. Occurrences du campagnol sylvestre au Québec (COSEPAC, 2010).

Lieu	Coordonnées		Année(s)	Nombre de spécimens observés ou capturés	Source
	Latitude	Longitude			
Sanctuaire d'oiseaux migrateurs de Philipsburg	45,024	-73,366	2006	1	Sylvain St-Onge, Alain Desrosiers, Stéphanie Gagnon
Mont Saint-Hilaire	45,54	-73,179	1966, 1966, 1970, 1976	1, 1, 1, 1	Musée Redpath, Université McGill
Bolton-Sud	45,15	-72,367	1966	1	Robert Wrigley, Musée canadien de la nature
Mont Pinnacle	45,05	-72,732	1956	1	Université de Montréal

Avec le temps, sa morphologie s'est adaptée à son mode de vie semi-fouisseur. Son corps est allongé et sa tête, plutôt grosse, est large et plate (figure 2). Ses yeux sont minuscules, et ses petites oreilles sont dissimulées dans un pelage épais, soyeux et lustré, dépourvu des longs jarres habituellement observés chez les autres espèces de campagnol (Banfield, 1974). Ses pattes avant sont plus robustes que ses pattes arrière et possèdent des griffes allongées, lui permettant de creuser plus aisément des galeries souterraines (Smolen, 1981). Sa fourrure est généralement de couleur marron sur le dos, fauve sur les flancs et grisâtre sur le ventre. Les teintes peuvent changer selon la saison et l'âge des individus. Sa dentition se caractérise par des incisives supérieures sans sillons sur leur face antérieure, tandis que la troisième molaire supérieure comporte deux triangles d'émail médians fermés (Lupien, 2002). Le campagnol sylvestre se distingue du campagnol des champs (*Microtus pennsylvanicus*) par sa queue plus courte, et du campagnol-lemming de Cooper (*Synaptomys cooperi*) par ses incisives supérieures non striées (Prescott et Richard, 1996; Lupien, 2002).

Il est le seul campagnol canadien qui passe la majorité de son temps sous terre. Été comme hiver, il évite d'être actif à la surface du sol. Comme c'est un fouisseur médiocre, il préfère les sols légers et friables. Il creuse des galeries superficielles sous le couvert des feuilles, rarement à plus de 10 cm de profondeur (Banfield, 1974). Par contre, son terrier, construit sous les arbres morts ou les roches, se trouve parfois à plus de 30 cm sous les racines d'une souche. Il se nourrit essentiellement de racines, de bulbes, de rhizomes, de graines et d'une grande variété de plantes qu'il accumule dans des réserves sous terre. Ce campagnol n'hiberne pas, mais semble particulièrement sensible aux basses températures (COSEPAC, 2010). Il a développé un certain nombre de stratégies pour pallier cette vulnérabilité : il accumule des réserves de nourriture sous terre, se blottit contre ses congénères et n'est actif que lorsque la température est plus clémente.

Ce *Microtus* est monogame, et le mâle participe à l'élevage des jeunes. La reproduction s'échelonne sur une longue période. Au Québec et en Ontario, on présume qu'elle s'étend de mai à octobre, durant les mois les plus chauds (COSEPAC, 2010). La femelle produit de 1 à 4 portées par



Patricia Brouillette, 2013

Figure 2. Campagnol sylvestre capturé au lac Mondor.

année, après une gestation de 20 à 25 jours. Elle ne possède que 4 mamelles inguinales auxquelles les jeunes s'agrippent jusqu'à ce qu'elle décide de les en détacher (Houghton, 2004). Pour cette raison, généralement, seulement 4 petits survivront même si la portée est plus nombreuse.

### Densité et dispersion

Compte tenu de son mode de vie fouisseur, cette espèce est difficile à recenser. Bien qu'il y ait eu des efforts pour documenter les populations en Ontario, aucun résultat n'a permis d'estimer la taille des populations (COSSARO, 2011). Au Québec, aucune étude démographique n'a été réalisée. Par contre, on sait que ce campagnol se déplace beaucoup moins que ses congénères et que conséquemment, son domaine vital est plus petit. Aucune estimation de densité de ses populations au Canada n'existe. Par contre, dans le nord des États-Unis, on estime que la densité pourrait atteindre 15 individus/ha en milieu naturel (Miller et Getz, 1969) et même davantage dans les vergers (COSEPAC, 2010). À la limite nordique de son aire de répartition, où les conditions de vie sont plus difficiles et moins propices à la croissance des populations, on peut présumer que cette espèce est moins abondante. Le domaine vital du campagnol sylvestre est de petite taille et souvent de forme linéaire

(FitzGerald et Madison, 1981). Dans l'État de New York, il dépasse rarement 50 m<sup>2</sup>. Les distances de dispersion sont relativement courtes par rapport aux autres petits rongeurs, soit moins de 308 m chez les femelles, mais parfois plus chez les mâles durant la période de reproduction (SCF, 2015).

### Habitat

Le campagnol sylvestre occupe une grande diversité d'habitats boisés. Toutefois, on l'associe le plus souvent aux vieilles forêts de feuillus au sol bien drainé et sur lequel s'accumule une importante couche de feuilles mortes au sol (Smolen, 1981; Desrosiers et collab., 2002; Urban et Swihart, 2011 cité dans WDNR, 2013). Bien qu'il semble préférer les peuplements de chênes (*Quercus* sp.), d'érables (*Acer* sp.) et de hêtres (*Fagus* sp.), il peut aussi fréquenter les forêts mixtes et les massifs de pruche (*Tsuga canadensis*). Il recherche particulièrement les écotones comme les bordures de champs, de routes et de voies ferrées (Banfield, 1974; Ross, 1998) et il évite les endroits marécageux (Ross, 1998; Miller et Getz, 1969). Selon Ross (1998), il utiliserait régulièrement les lisières boisées en milieu agricole. Il recherche une strate herbacée dense pour se protéger contre les prédateurs terrestres et aviaires, une bonne source de nourriture, mais surtout un microclimat limitant les écarts de température et d'humidité (Paul, 1966 cité dans WDNR, 2013). Dans l'Est américain, il affectionne particulièrement les vergers où il cause parfois de graves dommages (Smolen, 1981). Au Canada, les quelques spécimens répertoriés ont été capturés ou observés en milieu forestier. Aucun cas de déprédation (c'est-à-dire de dommages matériels causés par un animal sur les biens d'autrui) n'a été signalé (COSEPAC, 2010).

Comme il passe la majeure partie de son temps sous terre, la composition du sol et les conditions d'humidité jouent un rôle important dans le choix de son habitat. Contrairement à la plupart des autres campagnols, il préfère les sites bien drainés, et même, plutôt secs. Il recherche les sols mésiques où il est plus facile de creuser des tunnels et de construire un terrier (Benton, 1955). Ayant une forte production de chaleur métabolique, il privilégiera des terriers où le taux d'humidité est plus élevé pour compenser une perte d'eau par évaporation plus grande que chez les autres campagnols (Derting et Austin, 1998; COSEPAC, 2010).

### Statut de l'espèce

Le campagnol sylvestre est protégé au Canada par la *Loi sur les espèces en péril* (LEP). L'espèce a été désignée préoccupante par le Comité sur la situation des espèces en péril au Canada en 1998 et son statut a été réexaminé et maintenu en 2001 et 2010 (COSEPAC, 2010). On justifie cette désignation par le fait que son aire de répartition canadienne est très fragmentée et par sa faible abondance. Au Québec, en raison du peu de mentions et de la rareté de son habitat préféré, sa situation est également jugée préoccupante, bien qu'aucun statut légal ne lui soit conféré pour l'instant. Il est toutefois inscrit sur la liste

des espèces de la faune vertébrée susceptibles d'être désignées menacées ou vulnérables au Québec (MFFP, 2015).

### Des captures inattendues lors d'un inventaire du campagnol des rochers

Lors d'un inventaire de caractérisation de la faune et de la flore au lac Mondor, mené en 2012 par l'Organisme des bassins versants de la Zone Bayonne (OBVZB), l'équipe aurait recensé 3 campagnols des rochers, une espèce désignée vulnérable ou menacée au Québec (Morneau, 2012). Ces spécimens ayant été relâchés vivants, l'identification n'avait pu être confirmée en laboratoire. Afin de confirmer cette information d'importance, une seconde équipe est retournée sur le terrain pour tenter de capturer d'autres spécimens de cette espèce au cours de l'été 2013 (Brouillette, 2013). Cette fois, les efforts de piégeage se sont concentrés dans des habitats ciblés pour la capture du campagnol des rochers.

Le lac Mondor est situé dans la région de Lanaudière, dans la municipalité de Saint-Jean-de-Matha et à la limite de la municipalité de Saint-Damien. Il se trouve sur le contrefort du Plateau Laurentien en terrain montagneux, à la tête du bassin versant de la rivière Bayonne qui se jette dans le fleuve Saint-Laurent (figure 3). Le secteur à l'étude, d'une superficie de 7 ha, occupe le sud-ouest du lac Mondor, à une altitude qui varie de 288 à 369 m. De jeunes peuplements inéquiennes de feuillus recouvrent le relief accidenté. On y trouve principalement des bétulaies blanches et des peupleraies, quelquefois en association avec des feuillus tolérants, tels l'érable à sucre (*Acer saccharum*) et le hêtre à grandes feuilles (*Fagus grandifolia*), ou avec des essences résineuses. Le site d'échantillonnage est parsemé de nombreux cours d'eau intermittents, d'affleurements rocheux et de marécages.

### Méthode

L'inventaire s'est déroulé du 26 au 30 août et du 9 au 27 septembre 2013. L'aire d'étude a été subdivisée en 4 sites d'échantillonnage en fonction des principaux affleurements rocheux. Les pièges ont été laissés en place durant 4 nuits consécutives pour chacun des sites échantillonnés. Des pièges mortels de type Victor<sup>MD</sup> ont été installés à différents endroits dans les affleurements rocheux (au pied, au centre et en haut de la pente) et dans des milieux humides. Ils ont été disposés à environ 10 m les uns des autres afin d'augmenter les chances de capture. En tout, 228 pièges ont été disposés dans la zone d'étude (en moyenne, 57 par site d'échantillonnage). L'identification des spécimens s'est effectuée à l'aide des critères présentés dans les deux recueils photographiques de Lupien (2001 et 2002) et du guide de Prescott et Richard (1996). Tous les campagnols capturés ont été envoyés au ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP), à leur demande, afin de valider leur identification à l'aide de critères crâniens et dentaires.

Après la capture accidentelle d'un campagnol sylvestre, son habitat a fait l'objet d'une caractérisation détaillée au début d'octobre 2013. Le choix des paramètres et la méthode utilisée

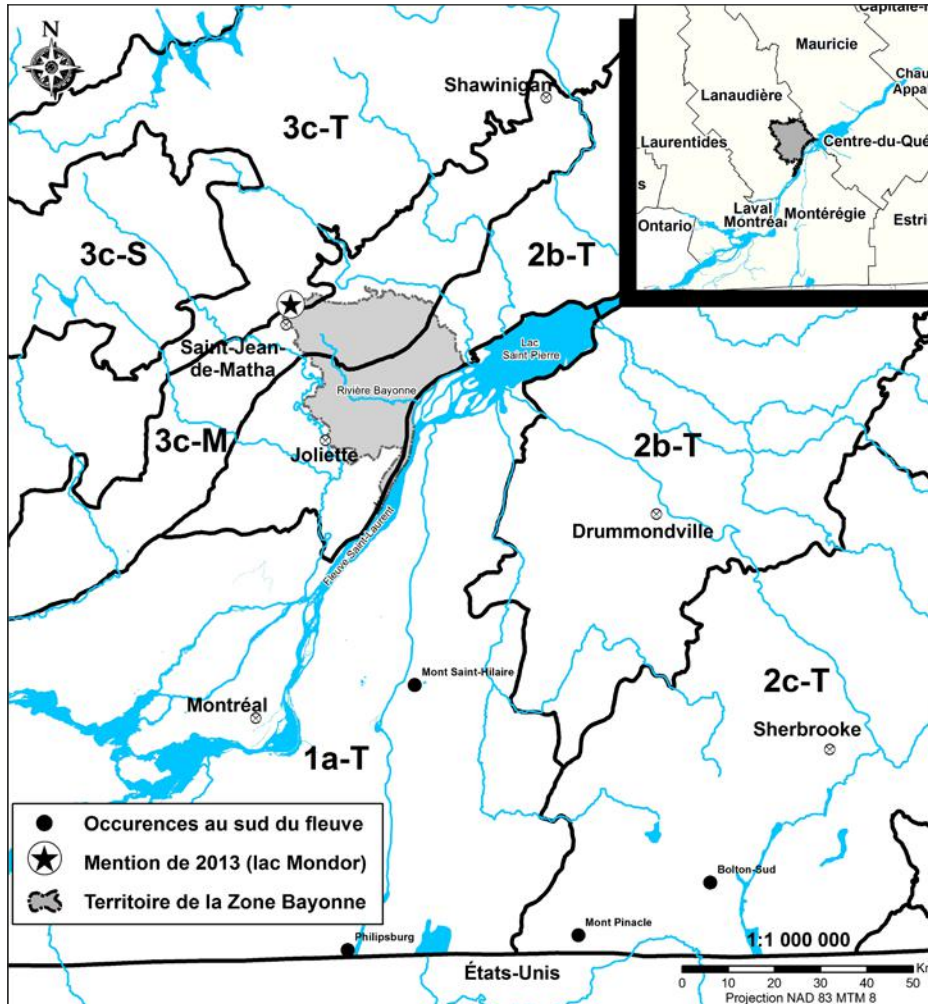


Figure 3. Emplacement de la Zone Bayonne et de la zone d'étude du lac Mondor ainsi que des occurrences du campagnol sylvestre à l'intérieur des différents types écologiques au Québec. (Sous-régions écologiques : 2b-T : Plaine du Saint-Laurent, 2c-T : Coteaux de l'Estrie, 3c-M : Collines de Saint-Jérôme – Grand-Mère, 3c-T : Hautes collines de Val-David – Lac Mékinac, 3c-S : Massif du mont Tremblant [Saucier et collab., 2011]).

sont basés sur ceux utilisés pour les inventaires écoforestiers (Saucier et collab., 1994) et la caractérisation de l'habitat de la tortue des bois (*Clemmys insculpta*) mise au point par Arvais (2000). La composition forestière, la couverture végétale arbustive et herbacée, la topographie fine de même que le type de sol, son profil (incluant la couche d'humus) et le drainage ont été décrits minutieusement (Brouillette, 2013) dans une parcelle circulaire de 400 m<sup>2</sup> (11,28 m de rayon) centrée sur le site de capture du campagnol sylvestre.

## Résultats

Aucun campagnol des rochers n'a été capturé lors de l'inventaire effectué en 2013. L'effort total de 899 nuits-pièges a permis la récolte de 177 micromammifères de 7 autres espèces. Ce sont le campagnol à dos roux de Gapper et la musaraigne cendrée (*Sorex cinereus*) qui ont été capturés le plus souvent aux trappes, suivis de la grande musaraigne (*Blarina brevicauda*), de souris du genre *Peromyscus* et de la souris

sauteuse des bois (*Napoeozapus insignis*). La grande surprise, dans le cadre de cet inventaire, a été la capture d'un campagnol sylvestre, le 28 août 2013. Il s'agit de la première et unique mention de cette espèce au nord du fleuve Saint-Laurent. Le second fait inusité a été la découverte d'un spécimen de campagnol-lemming de Cooper, le 9 septembre 2013, en bordure d'un chemin forestier humide recouvert de graminées. L'identification de ces 2 individus a fait l'objet d'une validation par Gilles Lupien, l'auteur des *Recueils photographiques des caractéristiques morphologiques des micromammifères* (Lupien, 2001 et 2002). Les caractères morphologiques des spécimens capturés sont décrits au tableau 2. Ces résultats ont fait en sorte que la validité de l'identification de certains campagnols issus de l'inventaire de 2012 (Morneau, 2012) a été remise en question. Un nouvel examen des photographies a pu confirmer la présence de 2 spécimens de campagnol-lemming de Cooper qui ont été confondus avec un campagnol des champs et un campagnol à dos roux de Gapper. Pour leur part, les 3 spécimens identifiés comme des campagnols des rochers étaient plutôt des campagnols à dos roux de Gapper (Brouillette, 2013).

## Description du site de capture du campagnol sylvestre

Le campagnol sylvestre a été capturé, au pied d'un bouleau à papier et d'une roche (lat. 46° 16' 56,637 N; long. 73° 31' 23,583 O) à une altitude de 326 m sur une pente forte exposée au sud-est et située sur un moyen versant (entre le sommet le plus haut d'un versant et les fonds des vallées ou bas de pente). Le sol était constitué d'un loam limono-argileux, un substrat qui conserve bien l'humidité. Il était recouvert d'une couche d'humus de type Moder, relativement mince, tapissée de feuilles. À proximité, on notait la présence d'affleurements rocheux et le sol était parsemé de nombreuses pierres de diverses tailles (figure 4). Le drainage était modéré. Dans les environs immédiats du site, la forêt était dominée par des bouleaux à papier accompagnés notamment d'érables à sucre, de hêtres à grandes feuilles, d'érables de Pennsylvanie (*Acer pensylvanicum*) et de peupliers à grandes dents



Patricia Brouillette, 2013

Figure 4. Environnement immédiat du site de capture du campagnol sylvestre au lac Mondor.

Tableau 2. Description morphologique des spécimens des deux espèces de campagnols à statut précaire capturés au lac Mondor en 2013.

Espèce	Sexe	Poids (g)	Longueur (mm)			
			Totale	Queue	Pied arrière	Oreille
Campagnol sylvestre	Mâle	22,5	101	18	16	9
Campagnol-lemming de Cooper	Femelle	27,5	115	16	14	14 et 10

(*Populus grandidentata*). Le diamètre à hauteur de poitrine (DHP) de la majorité des tiges n'atteignait pas 20 cm, bien que l'on ait observé un bouleau à papier de 34 cm DHP et un peuplier à grandes dents de 48 cm de DHP. Ces caractéristiques témoignent d'une forêt ayant subi des perturbations dans le passé, probablement de la coupe partielle. Le couvert étant dense, les strates herbacées et arbustives étaient très clairsemées. Les principales caractéristiques physiques et floristiques du site sont présentées au tableau 3.

### Extension vers le nord de l'aire de répartition connue du campagnol sylvestre

La capture d'un spécimen de campagnol sylvestre au nord du fleuve Saint-Laurent remet en question la limite septentrionale connue de l'aire de répartition de l'espèce. Il est toutefois impossible de prétendre qu'il s'agit réellement d'une extension de son aire de répartition, et encore moins d'en identifier la cause, compte tenu de la difficulté de capturer cette espèce fouisseuse, sa rareté relative et le peu d'efforts consentis à la recherche de micromammifères au Québec et spécialement orientés vers cette espèce. Par contre, on peut affirmer que l'espèce est difficile à recenser et qu'elle est probablement peu abondante dans la région, puisque l'énorme effort de piégeage

de micromammifères investi au cours des étés 2012 et 2013 au lac Mondor (Brouillette, 2013; Morneau, 2012) n'a permis la prise que d'un seul spécimen.

Au Québec, jusqu'à maintenant, toutes les observations de campagnol sylvestre ont été répertoriées au sud du 45,5<sup>e</sup> parallèle de latitude Nord, dans les domaines bioclimatiques de l'érablière à caryer cordiforme (région écologique 1a) et de l'érablière à tilleul de l'Est (Saucier et collab., 2011). Les observations les plus nordiques ont été relevées au mont Saint-Hilaire, en Montérégie, dans les années 1960 et 1970 (COSEPAC, 2010). Dans cette zone, la température moyenne atteint 6,1 °C, le couvert nival fluctue de 17,4 cm à 34,3 cm et la saison de croissance peut s'étirer jusqu'à 205 jours (Major, 2012). Deux autres mentions québécoises proviennent de secteurs montueux appartenant au domaine de l'érablière à tilleul de l'Est, dans la région écologique des Coteaux de l'Estrie (2c). Les conditions climatiques y sont légèrement plus rigoureuses. La température moyenne est de 5 °C, le couvert nival varie de 25 cm à 33 cm, et la saison de croissance s'échelonne sur 180 à 190 jours (Gosselin, 2007). En comparaison, dans la forêt carolinienne du sud de l'Ontario, la température moyenne varie de 6,3 à 9,4 °C et la saison de croissance varie de 217 à 243 jours (William et collab., 2009).

Tableau 3. Description du site de capture du campagnol sylvestre au lac Mondor.

Paramètres		Résultats
<b>Localisation (NAD 83)</b>		
Latitude		46° 16' 56,637" N
Longitude		73° 31' 23,583" O
<b>Caractéristiques topographiques</b>		
Altitude (m)		326
Versant		Moyen versant
Forme de la pente		Régulière
Pente (%)		40
Exposition de la pente		Sud-est
<b>Caractéristiques physiques</b>		
Type d'humus		Moder
Épaisseur (cm)	Humus	5
	Horizon A	8
	Horizon B	35
	Horizon C	64
Texture du sol	Horizon A	Loam limono-argileux
	Horizon B	Loam limono-argileux
	Horizon C	Loam argileux
Description texture	Horizon A	Fine
	Horizon B	Fine avec petites roches
	Horizon C	Fine avec un peu de sable
Drainage		Modéré
<b>Description de la végétation</b>		
Type de couvert forestier		Feuillu
Type forestier		Bétulaie à bouleau à papier et érable à sucre (F FIER B2JIR CP D1AY 30 FE32) <sup>1</sup>
Hauteur du peuplement		Classe 2 (de 17 à 22 m) <sup>2</sup>
DHP moyen (cm)		17 (N = 31)
Classe d'âge		Jeune irrégulier <sup>1</sup>
Essence dominante (%)		Bouleau à papier ( <i>Betula papyrifera</i> ) (32%)
Essences compagnes (%)	Érable à sucre ( <i>Acer saccharum</i> )	16%
	Hêtre à grandes feuilles ( <i>Fagus grandifolia</i> )	16%
	Érable de Pennsylvanie ( <i>Acer pensylvanicum</i> )	13%
	Peuplier à grandes dents ( <i>Populus grandidentata</i> )	10%
	Érable rouge ( <i>Acer rubrum</i> )	6,5%
	Bouleau jaune ( <i>Betula alleghaniensis</i> )	6,5%
Densité du couvert (%)	Arborescente	95
	Arbustive	20
	Herbacée	10
	Muscinale	5

1. (SIEF, 2012)

2. (MRNE, 2009)

Pour sa part, le site du lac Mondor fait partie du domaine bioclimatique de l'érablière à bouleau jaune de l'Est dans la sous-région écologique septentrionale des Hautes collines de Val-David - Lac Mékinac (3c-T). Il se situe à la limite nordique de la forêt décidue. Campé sur le Plateau laurentien, la température moyenne y est beaucoup plus froide, frôlant à peine 2,5 °C, et la saison de croissance, plus courte, dure de 160 à 180 jours. Le couvert nival est plus important et varie de 22,5 cm à 42 cm (Gosselin, 2014). Le paysage se caractérise par un relief de hautes collines, souvent très accidenté et présentant de nombreux escarpements. Les sols mésiques sont généralement moins riches que dans les autres domaines bioclimatiques de l'érablière. Les hivers sont plus longs et la couche de neige, plus épaisse, notamment en haute altitude. La découverte d'un campagnol sylvestre dans ce territoire moins accueillant ou propice repousse non seulement la limite nordique de la répartition de l'espèce, mais remet en question le niveau de tolérance de cette espèce aux conditions climatiques plus rudes. Jusqu'à maintenant, le froid a toujours été considéré comme un facteur limitant propre à cette espèce (COSEPAQ, 2010; SCF, 2015).

### Première mention du campagnol sylvestre au nord du fleuve Saint-Laurent

La découverte de cette nouvelle occurrence du campagnol sylvestre au nord du fleuve Saint-Laurent soulève également des questions sur le mécanisme de dispersion de cette espèce. La population du lac Mondor est-elle associée à celles du sud-ouest ontarien ou à celles de la Montérégie et du Vermont ? Pour un animal d'une aussi petite taille et ayant une capacité de déplacement restreinte, le fleuve Saint-Laurent paraît être une barrière difficilement franchissable. D'autre part, plus de 600 km à vol d'oiseau séparent la mention ontarienne la plus nordique, au sud du lac Ontario, de celle du lac Mondor. *A priori*, il semble peu réaliste ou probable qu'il y ait un lien entre ces deux populations. Une étude paléontologique réalisée dans la caverne de la Mine sur l'escarpement d'Eardley, dans le parc de la Gatineau, a révélé la présence de plusieurs fossiles de *Microtus pinetorum* datant de la fin de l'Holocène, de 5 000 à 6 000 ans avant aujourd'hui (Deschamps, 2001; Lauriol et collab., 2003). À cette époque, le climat se réchauffait et les essences décidues prenaient la place des résineux. On pense même que la température aurait été 2 °C au-dessus de la température moyenne actuelle, avec des étés plus secs et plus chauds (Fuller, 1997). Un peu plus tard, toujours dans la période de l'Holocène, le climat se serait refroidi et serait devenu plus humide. Selon Deschamps (2001), cette variation du climat expliquerait la migration du campagnol sylvestre vers la zone carolinienne au sud des Grands Lacs et sa disparition du nord-est ontarien et de l'Outaouais. Mais l'espèce a-t-elle bel et bien migré ou n'a-t-elle tout simplement pas été observée ou capturée ? La mention du lac Mondor soulève un certain nombre de questions par rapport à la provenance de cette population. Seule une analyse génétique pourrait permettre de vérifier les liens de parenté entre les différentes populations canadiennes afin de mieux documenter la dispersion de cette espèce vers le nord.

### Menaces et protection de l'espèce

Comme pour plusieurs espèces qui partagent leur aire de répartition avec les humains, la perte ou la perturbation de l'habitat représente la principale menace pour le campagnol sylvestre. Fréquentant les écotones forestiers, l'espèce a su, dans certains États du sud-est des États-Unis, tirer avantage du déboisement, de l'agriculture et particulièrement des vergers. Il semble que la situation soit différente au Canada (COSEPAC, 2010). Selon le plan de gestion du Service canadien de la Faune (2015), l'urbanisation, l'intensification de l'agriculture, l'exploitation forestière et la fragmentation des massifs boisés comptent parmi les facteurs les plus susceptibles d'aggraver sa situation déjà jugée précaire. On oublie souvent les dommages collatéraux causés par la présence anthropique tels que la circulation de motoneiges et de véhicules tout-terrain hors des sentiers balisés, qui entravent les déplacements des micromammifères et détruisent les nids et les réseaux de tunnels superficiels. Au Québec et en Ontario, la majorité des spécimens ont été observés en milieu forestier (COSEPAC, 2010). C'est pourquoi il faut protéger les massifs forestiers et prévoir des corridors de déplacement.

Malgré le statut d'espèce préoccupante au Canada et le fait qu'elle soit inscrite à la liste des espèces susceptibles d'être menacées ou vulnérables en vertu de la *Loi sur les espèces menacées ou vulnérables* (L.R.Q. c. E-12.01) au Québec, aucune mesure légale concrète ne garantit la protection de l'habitat du campagnol sylvestre. En février 2015, le Service canadien de la faune a publié le plan de gestion du campagnol sylvestre au Canada (SCF, 2015) dans lequel il propose un certain nombre d'objectifs et de mesures de conservation. Ces mesures visent notamment l'acquisition de connaissances relativement à sa répartition, aux caractéristiques de son habitat ainsi qu'à la nature et l'ampleur des menaces. Comme moyens de protection, on encourage le soutien des activités d'intendance et les programmes de sensibilisation. Le site du lac Mondor est entièrement situé sur des terres privées qui sont la propriété d'un promoteur qui y projette un développement résidentiel. Sans la sensibilisation, le soutien des instances municipales ou la pression populaire, rien ne peut assurer la protection de cette population. Cette situation déplorable est de plus en plus fréquente dans le sud du Québec où se concentre la majorité des espèces rares, menacées et vulnérables de la province, et où l'on manque cruellement de données fiables et récentes sur la répartition des espèces à statut précaire. À cet égard, nous considérons que cette étude constitue une avancée majeure dans l'acquisition de connaissances sur le campagnol sylvestre. Il est de la responsabilité de tous de réfléchir et d'agir pour ralentir l'effritement de la biodiversité.

### Remerciements

Nous tenons à remercier l'Organisme des bassins versants de la Zone Bayonne qui a permis la réalisation de l'inventaire au cours duquel le campagnol sylvestre a été découvert ainsi que Jacques Lajeunesse, technicien en environnement, pour sa participation aux inventaires de terrain. Nous tenons aussi à souligner le soutien de



l'Association de Protection du Lac Mondor. Nous remercions aussi tous les propriétaires qui nous ont donné accès à leur propriété dans le cadre de notre recherche. Nous remercions particulièrement Catherine Greaves, technicienne de la faune au MFFP, pour la validation des spécimens ainsi que la collaboration de Gilles Lupien, technicien de la faune au ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, pour la vérification de l'identification des spécimens de campagnols et pour ses commentaires sur la capture du campagnol sylvestre au Québec. Nos remerciements s'adressent aussi à Virginie Boivin, technicienne de la faune, pour la saisie des données dans l'*Atlas des micromammifères du Québec* et Réjean Dumas, biologiste au ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, pour la traduction en anglais du résumé. ◀

## Références

- ARVISAIS, M., 2000. Caractérisation et sélection d'habitats à l'intérieur des domaines vitaux chez la tortue des bois (*Clemmys insculpta*) au nord de son aire de répartition, Québec, Canada. Mémoire de maîtrise, Université du Québec à Trois-Rivières, Trois-Rivières, 145 p. et 5 annexes.
- BANFIELD, A.W.F., 1974. Les mammifères du Canada. Les Presses de l'Université Laval, Québec, 406 p.
- BENTON, A.H., 1955. Observations on the life history of the northern pine mouse. *Journal of Mammalogy*, 36: 52-62.
- BROUILLETTE, P., 2013. Validation de la présence du campagnol des rochers (*Microtus chrotorrhinus*) au lac Mondor. Rapport présenté par l'Organisme des bassins versants de la Zone Bayonne au Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs, Saint-Cléophas-de-Brandon, 36 p. et 10 annexes.
- COSEPAC (Comité sur la situation des espèces en péril au Canada), 2010. Évaluation et rapport de situation du COSEPAC sur le campagnol sylvestre (*Microtus pinetorum*) au Canada. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada, Ottawa, 37 p.
- COSSARO (Committee on the Status of Species at Risk in Ontario), 2011. Candidate species at risk evaluation form for woodland vole (*Microtus pinetorum*). Committee on the Status of Species at Risk in Ontario, 6 p. Disponible en ligne à : [http://files.ontario.ca/environment-and-energy/species-at-risk/stdprod\\_085076.pdf](http://files.ontario.ca/environment-and-energy/species-at-risk/stdprod_085076.pdf). [Visité le 13-01-20].
- DERTING, T.L. et M.W. AUSTIN, 1998. Changes in gut capacity with lactation and cold exposure in a species with low rates of energy use, the pine vole (*Microtus pinetorum*). *Physiological Zoology*, 71 (6): 611-623.
- DESCHAMPS, E.M., 2001. Mammalian paleoecology of Caverne de la Mine (Quebec, Canada): Analysis of an early Holocene cave deposit. M.Sc. thesis, Department of Geography, University of Ottawa, Ottawa, 117 p.
- DESROSIERS, N., R. Morin et J. JUTRAS, 2002. Atlas des micromammifères du Québec. Société de la faune et des parcs du Québec, Direction du développement de la faune et Fondation de la faune du Québec, Québec, 92 p.
- FITZGERALD, R.W. et D.M. MADISON, 1981. Spacing, movements, and social organization of a free-ranging population of pine voles, *Microtus pinetorum*. Dans : Byers, R.E. (édit.). Eastern pine and meadow vole symposia. Proceedings of the fifth eastern pine and meadow vole symposium, 4-5 March 1981, Gettysburg, Pennsylvania, p. 54-59.
- FULLER, J.L., 1997. Holocene forest dynamics in southern Ontario, Canada: Fine-resolution pollen data. *Canadian Journal of Botany*, 75 (10): 1714-1727. doi: 10.1139/b97-886.
- GOSELIN, J., 2007. Guide de reconnaissance des types écologiques de la région écologique 2c – Coteaux de l'Estrie. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction des inventaires forestiers, Québec, 186 p.
- GOSELIN, J., 2014. Guide de reconnaissance des types écologiques de la région écologique 3c – Hautes collines du Bas-Saint-Maurice, 2<sup>e</sup> édition. Ministère des Ressources naturelles, Direction des inventaires forestiers, Québec, 196 p.
- HOUGHTON, J., 2004. *Microtus pinetorum*: Pine vole. Disponible en ligne à : <http://www4.uwsp.edu/biology/facilities/vertebrates/Mammals%20of%20Wisconsin/Microtus%20pinetorum/Microtus%20pinetorum%20page.htm>. [Visité le 15-03-24].
- LAURIOL, B., E. DESCHAMPS, L. CARRIER, W. GRIMM, R. MORLAN et B. TALON, 2003. Cave infill and associated biotic remains as indicators of Holocene environment in Gatineau Park (Quebec, Canada). *Canadian Journal of Earth Sciences*, 40(6): 789-803. doi: 10.1139/e03-015.
- LUPIEN, G., 2001. Recueil photographique des caractéristiques morphologiques servant à l'identification des micromammifères. Volume I – Insectivores. Société de la faune et des parcs du Québec, Direction de l'aménagement de la faune du Saguenay-Lac-Saint-Jean, Jonquière, 23 p.
- LUPIEN, G., 2002. Recueil photographique des caractéristiques morphologiques servant à l'identification des micromammifères. Volume II – Rongeurs. Société de la faune et des parcs du Québec, Direction de l'aménagement de la faune du Saguenay-Lac-Saint-Jean, Jonquière, 26 p.
- MAJOR, M., 2012. Guide de reconnaissance des types écologiques de la région écologique 1a – Plaine du bas Outaouais et de l'archipel de Montréal. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction des inventaires forestiers, Québec, 209 p.
- MFFP (Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs), 2015. Liste des espèces désignées menacées ou vulnérables au Québec. Disponible en ligne à : <http://www3.mffp.gouv.qc.ca/faune/especes/menacees/liste.asp>. [Visité le 15-01-16].
- MILLER, D.H. et L.L. GETZ, 1969. Life-history notes on *Microtus pinetorum* in central Connecticut. *Journal of Mammalogy*, 50: 777-784. doi: 10.2307/1378256.
- MORNEAU, F., 2012. Portrait faunique et floristique du bassin versant du lac Mondor. Organisme des bassins versants de la Zone Bayonne, Saint-Cléophas-de-Brandon, 72 p.
- MRNF (Ministère des Ressources naturelles et de la Faune), 2009. Normes de cartographie écoforestière : Troisième inventaire écoforestier. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction des inventaires forestiers, Québec, 109 p.
- PATTERSON, B.D., G. CEBALLOS, W. SECHREST, M.F. TOGNETTI, T. BROOKS, L. LUNA, P. ORTEGA, I. SALAZAR et B.E. YOUNG, 2003. Digital distribution maps of the mammals of the Western hemisphere, version 1.0. NatureServe, Arlington (Virginie).
- PRESCOTT, J. et P. RICHARD, 1996. Mammifères du Québec et de l'est du Canada. 2<sup>e</sup> édition. Éditions Michel Quintin, Waterloo, 399 p.
- ROSS, P.D., 1998. Status report on woodland vole (*Microtus pinetorum*) in Canada. Report submitted to the Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada (COSEWIC), Ottawa, 44 p.
- SAUCIER, J.-P., J.-P. BERGER, H. D'AVIGNON et P. RACINE, 1994. Le point d'observation écologique : normes techniques. Ministère des Ressources naturelles, Service des inventaires forestiers, Québec, 116 p.
- SAUCIER, J.-P., A. ROBITAILLE, P. GRONDIN, J.-F. BERGERON et J. GOSELIN, 2011. Les régions écologiques du Québec méridional (4<sup>e</sup> version). Carte à l'échelle de 1/1 250 000. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec. Disponible en ligne à : <https://www.mffp.gouv.qc.ca/forets/inventaire/pdf/carte-regions-ecologiques.pdf>. [Visité le 15-02-12].
- SCF (Service canadien de la Faune), 2015. Plan de gestion du campagnol sylvestre (*Microtus pinetorum*) au Canada [Proposition]. Série de Plans de gestion de la Loi sur les espèces en péril. Service canadien de la faune, Ottawa, 20 p.
- SIEF (Système d'information écoforestière), 2012. [Type écoforestier]. 1:20 000. Carte écoforestière, feuillet 31105SE. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction des inventaires forestiers, Québec.
- SMOLEN, M.J., 1981. *Microtus pinetorum*. *Mammalian Species*, 147: 1-7.
- WILLIAM, J.C., P.A. GRAY, P.W.C. UHLIG et M.C. WESTER, 2009. The ecosystems of Ontario, Part I: eozones and ecoregions. Technical report SIB TER IMA TR-01. Ontario Ministry of Natural Resources, Ontario, 87 p.
- WDNR (Wisconsin Department of Natural Resources), 2013. Wisconsin woodland vole species Guidance. Bureau of Natural Heritage Conservation, Wisconsin Department of Natural Resources, Madison (Wisconsin). Disponible en ligne à : <http://dnr.wi.gov/files/PDF/pubs/er/ER0691.pdf>. [Visité le 13-01-17].

# La méduse d'eau douce *Craspedacusta sowerbii*: espèce exotique répandue dans les lacs du Québec

Nadia El Moussaoui et Beatrix E. Beisner

## Résumé

Au cours des dernières décennies, les signalements de *Craspedacusta sowerbii*, une espèce de méduse d'eau douce, ont augmenté dans les lacs tempérés d'Amérique du Nord. Cette espèce exotique envahissante, originaire de Chine, est une de celles qui envahissent les lacs du Québec. Dans cet article, nous examinerons et résumerons des informations tirées d'une variété de sources portant sur cette espèce de méduse et présenterons des informations sur sa taxonomie, son cycle de vie, sa physiologie et son mode de reproduction. Nous discuterons également des facteurs environnementaux pouvant influencer la répartition de l'espèce, de la taille des populations et du rôle de ses différents stades de vie dans la chaîne alimentaire lacustre. L'objectif de cet article est de mieux comprendre cette espèce dont la présence est de plus en plus remarquée au Québec.

MOTS CLÉS: cycle de vie, histoire naturelle, lacs, méduse d'eau douce, physiologie

## Abstract

In recent decades, reports of population blooms of the freshwater jellyfish *Craspedacusta sowerbii* have become more frequent in lakes across the North Temperate Zone of North America. This exotic invasive species, originally from China, is just one of many to invade lakes in Québec. This article reviews and summarizes information about the species obtained from a wide variety of sources, providing information on its taxonomy, life history, physiology and reproduction. The environmental factors thought to influence its distribution and population size are also discussed, as are the potential effects of its various life stages on lake food webs. This information should provide a clearer understanding of this species, which is being increasingly reported across the province of Québec.

KEYWORDS: freshwater jellyfish, lakes, Life stage, natural history, physiology

## Introduction

Le problème des espèces envahissantes est d'ampleur mondiale et est devenu un enjeu prioritaire pour plusieurs pays. Au Canada, on compte environ 280 espèces envahissantes ayant des répercussions connues sur les rivières, les lacs et les océans du Canada (Environnement Canada, 2013). Cependant, d'autres espèces sont encore méconnues, telle *Craspedacusta sowerbii* (Lankester, 1880), une méduse d'eau douce qui s'apparente aux méduses océaniques. Cette espèce, décrite une première fois au Jardin botanique royal à Londres en 1880, se démarque par sa répartition mondiale (Dumont, 1994) dans des habitats diversifiés, allant des petits étangs aux lacs. La dispersion de *C. sowerbii*, comme celle de beaucoup d'autres espèces exotiques aquatiques, se ferait principalement par la migration des oiseaux, le commerce international des aquariums de maison et les eaux de ballasts des navires. Comme plusieurs espèces envahissantes, *C. sowerbii* peut se développer dans des écosystèmes aquatiques très diversifiés, dans une grande variété de conditions environnementales (Arbačiauskas et Lesutienė, 2005; Gophen et Shealtiel, 2012; Rayner, 1988; Stefanelli, 1948). Elle a un régime alimentaire très diversifié et peu de prédateurs.

La prolifération de *C. sowerbii* est souvent soudaine et massive. L'irrégularité de ce phénomène résulte de la complexité de son cycle de vie. Cette caractéristique commune aux méduses en milieu marin demeure énigmatique (Acker et Muscat, 1976; Dethier et Kalbermatter, 1989; Matthews,

1966; Pennak, 1956). Selon les observations des riverains, les proliférations de *C. sowerbii* semblent avoir augmenté au cours des dernières années. Un débat a cours actuellement, à savoir si l'augmentation récente des populations de méduses marines découle de changements anthropiques comme la surpêche et le réchauffement climatique. Dans une revue de littérature, Gibbons et Richardson (2013) rapportent des avis scientifiques provenant de 37 études datant de 1790 à 2011, sans réussir à déterminer clairement le ou les mécanismes expliquant la prolifération des méduses marines.

Lundberg et Svensson (2003) avancent que l'apparente augmentation des apparitions de *C. sowerbii* dans les eaux douces serait causée par les changements climatiques et surtout, par les étés plus chauds et plus longs qui favoriseraient la prolifération visible du stade méduse de l'espèce. Cependant, les preuves scientifiques pour permettre de confirmer ou de rejeter cette hypothèse, ou même pour expliquer une expansion récente de cette espèce exotique, sont manquantes.

Afin de mieux comprendre pourquoi la méduse d'eau douce *C. sowerbii* a été signalée récemment dans plusieurs lacs

Nadia El Moussaoui et Beatrix E. Beisner, Département des sciences biologiques, Université du Québec à Montréal, Succ. Centre-Ville Montréal, QC, H3C 3P8 et Groupe de recherche interuniversitaire en limnologie et en environnement aquatique (GRIL)

beisner.beatrix@uqam.ca

du Québec, nous avons effectué une synthèse de la littérature. Le présent article aborde donc la taxonomie, la morphologie, le cycle de vie, l'habitat, le régime alimentaire ainsi que la répartition géographique de *C. sowerbii*.

### Taxonomie

Les méduses d'eau douce font partie des Coelentérés, les plus primitifs des Métazoaires (classe des Hydrozoaires, ordre des Limnomedusae, famille des Olindiidae). Le terme commun « méduse » fait référence à la forme libre que l'on retrouve chez plusieurs Cnidaires (Rochefort et collab., 2012). Le nom de l'espèce, *Craspedacusta sowerbii*, provient, d'une part, de la racine grecque *Craspedacusta*, signifiant « petit ballon à franges » et, d'autre part, du nom du naturaliste anglais William Sowerby (1827-1906) qui l'a observée pour la première fois au Jardin botanique royal Regent's Park, à Londres (Rochefort et collab., 2012). Elle a été identifiée, à quelques jours d'intervalle, par deux scientifiques qui lui ont donné des noms différents : *Craspedacusta sowerbii*, par Edwin Ray Lankester (le 17 juin 1880) et *Limnocodium victoria*, par Allman (le 24 juin 1880). Peu après, les deux chercheurs ont convenu de nommer cette méduse *Limnocodium sowerbii* (1880). En 1910, lors de la validation du nom scientifique de l'espèce, seul le premier nom de Lankester a été retenu par la Commission internationale sur la nomenclature zoologique (ICZN). À cause de mauvaises identifications qui ont été corrigées depuis, il existe plusieurs synonymes pour nommer cette espèce : *Craspedacusta ryderi*, *Craspedacusta sowerbyi*, *Microhydra germanica*, *Microhydra ryderi*, *Microhydra sowerbii*, *Limnocodium victoria*, *Craspedacusta kawaii*, *Craspedacusta kiatingi* et *Craspedacusta sowerbyi*. Pour l'espèce que l'on trouve dans les lacs canadiens, le seul nom adopté par la communauté scientifique est *Craspedacusta sowerbii*, reconnu par le World Register of Marine Species (WoRMS) (<http://www.marinespecies.org/index.php>).

### Morphologie

Comme toutes les espèces de méduses, *C. sowerbii* traverse 3 stades différents au cours de son cycle de vie : polype (figure 1A), méduse (figure 1B) et podocyste. Le stade méduse (le stade le plus souvent détecté) a une forme de cloche; la carapace est gélatineuse et l'animal est dépourvu de squelette et de systèmes de respiration et d'excrétion. Le corps n'est formé que de deux couches de tissus : l'ectoderme et l'endoderme (Colin et Delahaye, 1995).

Les polypes sont des structures rigides et microscopiques (typiquement de 0,5-2 mm) constitués d'une base légèrement évasée surmontée d'une forme cylindrique ou tubulaire. Celle-ci est munie d'un capitule de nématocystes (cellules urticantes ou brûlantes servant à capturer des proies) et d'un orifice généralement dirigé vers le haut (servant de bouche) (Boothroyd et collab., 2002; Dethier et Kalbermatter, 1989). Les polypes colonisent les eaux douces relativement calmes en se fixant aux roches et aux végétaux. Les milieux turbulents peuvent physiquement endommager les polypes. Par conséquent, dans les ruisseaux, on les trouve principalement dans les fosses où l'eau est plus stagnante. Les polypes sont souvent trouvés en colonies (2 à 4 individus, rarement plus que 7; Pennak, 1989); parfois, un seul individu est présent (Acker et Muscat, 1976).

Quand les conditions physicochimiques ou biologiques du milieu se détériorent, les polypes peuvent se contracter et s'entourer d'une couche de chitine afin d'augmenter leur capacité de résistance (podocystes). Ils reprennent la forme de polype quand les conditions s'améliorent (Pennak, 1956). Par exemple, à des températures trop froides (< 10 °C) le polype s'enkyste et devient un podocyste (Dunham, 1941; McClary, 1959). On soupçonne cette forme de résistance d'être responsable de la large répartition intercontinentale de l'espèce, puisque les podocystes peuvent survivre jusqu'à 40 ans (Acker et Muscat, 1976; Bouillon et Boero, 2000; Fritz et collab., 2007).

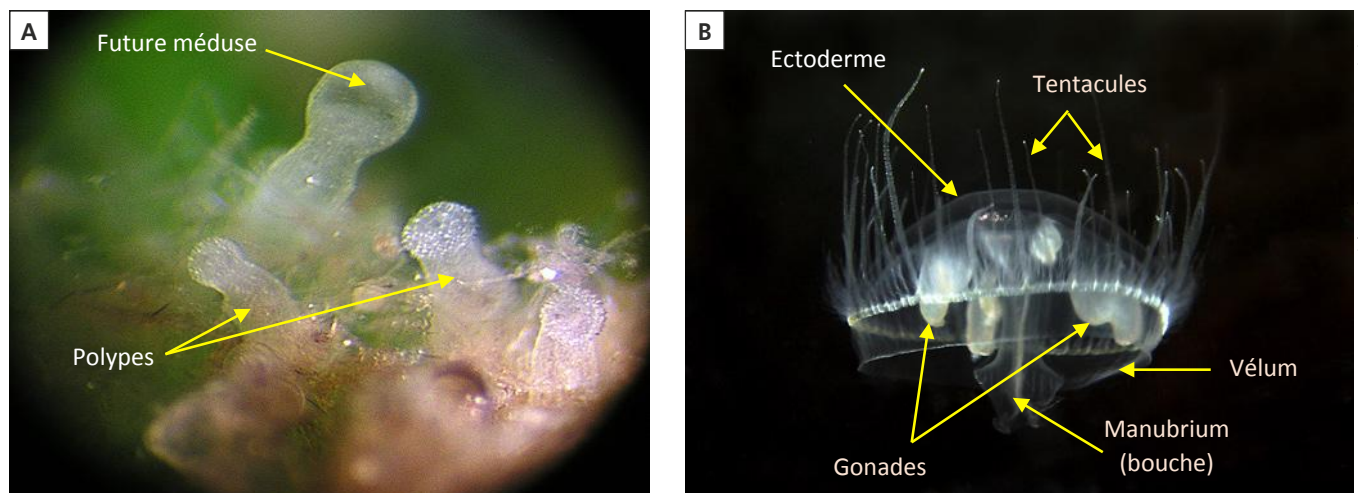


Figure 1. Photos des deux modes de vie de la méduse d'eau douce (*C. sowerbii* Lankester 1880); A: stade polype (ici 1-2 mm de longueur); B: stade méduse (5-25 mm).

Le stade mobile, appelé méduse, mesure généralement de 2 à 18 mm, mais peut atteindre jusqu'à 25 mm (Dethier et Kalbermatter, 1989; Duggan et Eastwood, 2012). La « cloche » des méduses (le vélum) comporte 4 longs tentacules péroriaux et jusqu'à 500 tentacules filiformes, solides et courts (Didžiulis, 2006; Pennak, 1989) disposés en plusieurs petits groupes de 3 à 7 entre les 4 longs tentacules. Autour des petits tentacules se trouvent aussi les nématocystes ressemblant à des petites verrues disposées en cercles plus ou moins nets. Ces cellules urticantes servent à capturer les proies et de moyen de défense contre les prédateurs. Dans la partie concave du vélum se trouvent 4 canaux radiaux se rejoignant en un canal circulaire pour former la cavité gastrique. Les structures reproductives sexuées (les gonades) sont triangulaires, fibreuses parfois verdâtres et bien développées en saison de maturité; elles sont suspendues aux 4 canaux radiaux.

### Cycle de vie

La durée d'un cycle de vie complet pour *C. sowerbii* est estimée à 34 à 51 jours (Didžiulis et Žurek, 2013; Wang et collab. 2006). Plusieurs chercheurs ont réussi à établir, en laboratoire, le cycle biologique de *C. sowerbii* (Acker et Muscat, 1976; Colin et Delahaye, 1995; Larambergue, 1945). L'espèce a deux modes de reproduction : asexué (stade polype) et sexué (stade méduse libre) (figure 2).

La reproduction asexuée de *C. sowerbii* se fait par fission (strobilation), un processus impliquant la division d'un individu (figure 2). Les polypes peuvent produire

soit : (1) des bourgeons qui, sans se détacher, deviennent de nouveaux polypes, chacun formant une colonie adjacente (les nouveaux et les parents partagent la même cavité gastrique) ou (2) des frustules (larves) qui se séparent du polype parent pour se disperser et former rapidement de nouvelles colonies de polypes après la métamorphose. Selon certaines études sur des méduses océaniques, l'atténuation de la lumière dans l'eau peut affecter leur reproduction asexuée. En effet, une forte intensité lumineuse et une longue photopériode accélèrent la strobilation des polypes chez *Aurelia aurita* et *Chrysaora quinquecirrha*, (Liu, et coll., 2008; Loeb, 1973; Purcell et coll., 2007). Une autre étude a montré qu'en présence d'une grande abondance de nourriture, le bourgeonnement des frustules est plus rapide (Acker et Muscat, 1976).

Dans son pays d'origine, la Chine, les populations de *C. sowerbii* sont issues de la reproduction sexuée, puisque les deux sexes coexistent. En Europe et en Amérique du Nord, la totalité des observations de proliférations de *C. sowerbii* ne rapportent que des individus du même sexe, tous mâles ou tous femelles (Acker et Muscat, 1976; Boothroyd et collab., 2002; Dexter et coll., 1949; Didžiulis, 2006; Pennak, 1956; Ramusino, 1972). Cela suggère que les proliférations observées dans ces régions résultent de la reproduction asexuée.

Les méduses immatures se développent aussi par bourgeonnement des polypes (figure 2), lorsque les conditions environnementales sont propices (ex. : réchauffement de l'eau, Dethier et Kalbermatters, 1989; Silva et Roche, 2007). La reproduction sexuée du stade méduse de *C. sowerbii* se

produit dès que celles-ci atteignent 9-10 mm de diamètre (Colin et Delahaye, 1995) et est déclenchée à des températures de 28-29°C (Xu et Wang, 2009). Acker et Muscat (1976) ont avancé que la disponibilité de la nourriture pour le stade méduse de *C. sowerbii* pourrait aussi induire la reproduction sexuée. Après la fécondation externe, les œufs fertilisés se transforment en larves planulaires ciliées, qui vont se fixer sur un substrat avant de se métamorphoser en polype et se reproduire de façon asexuée (Matthews, 1966; Didžiulis, 2006).

À ce jour, seules la température et la quantité de nourriture ont été identifiées comme déclencheurs de l'alternance de générations entre les polypes et les méduses (Boothroyd et collab., 2002; Rayner, 1988; Slobodkin et Bossert, 1991;). McClary (1959, 1961 et 1964) a étudié l'effet de la température sur la reproduction et la croissance, d'une part, et sur la capacité de régénération des différents stades de vie de *C. sowerbii*, d'autre

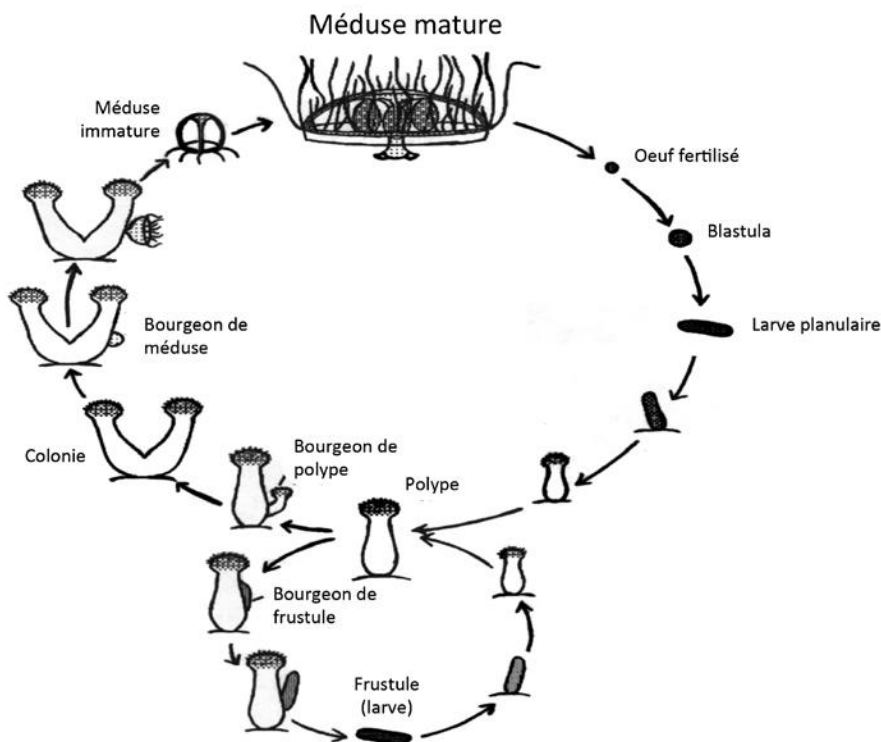


Figure 2. Schéma du cycle de reproduction de *C. sowerbii* (Lankester 1880). Adapté (avec la permission de T. Peard) de : <http://www.freshwaterjellyfish.org>

part. Ses expériences, réalisées à des températures variables (12, 20, 25, 28 et 33 °C), ont démontré que la production des bourgeons médusaires n'était possible qu'à des températures de 26 à 33 °C. Cependant, les frustules et les polypes ont été produits à toutes les températures testées. En fait, pour une bonne croissance des jeunes polypes et une taille maximale des frustules, la température de l'eau ne doit pas dépasser 25 °C, sans quoi le bourgeonnement végétatif est ralenti. L'effet de la quantité de nourriture a été moins étudié, mais le taux de production des bourgeons médusaires semble réduit quand le taux d'alimentation des polypes diminue (Acker et Muscat, 1976).

### Habitat et tolérance écologique

Depuis sa découverte en Europe à la fin du 19<sup>e</sup> siècle, les chercheurs ont supposé que *C. sowerbii* était d'origine américaine, à cause de sa cohabitation avec les plantes exotiques *Victoria regia* et *Eichhornia crassipes* provenant de l'Argentine et du Brésil. Cependant, les travaux de Kramp (1951 et 1961) avancent que l'origine de *C. sowerbii* serait plutôt orientale, et plus précisément chinoise. Cette conclusion est basée sur les observations suivantes : 1) la forte abondance de l'espèce dans la vallée du Yang Tze-Kiang (sur environ 2 000 km, le long du fleuve et de ses affluents principaux); 2) la présence simultanée des deux sexes aux mêmes sites et 3) la présence d'une autre méduse d'eau douce, *C. sinensis*, en territoire chinois. De récentes analyses génétiques ont confirmé l'origine chinoise de *C. sowerbii* (Fritz et collab., 2009; Zhang et collab., 2009).

La forme méduse de *C. sowerbii* peut se trouver dans toutes sortes de plans d'eau douce : habitats artificiels (réservoirs, aquariums), lenticules (mares, étangs, lacs, marécages) et lotiques (eaux courantes continentales). Cela indique qu'elle s'accommode d'une vaste gamme d'habitats. On trouve cette espèce à des températures de 15 à 30 °C (avec un optimum entre 19 et 30 °C) et à des concentrations en oxygène dissout supérieures à 0,26 mg/dm<sup>3</sup> (Wang et collab., 2006). L'espèce ne serait cependant pas capable de survivre en milieu marin ni en milieu très turbulent (Acker et Muscat, 1976).

Le comportement des méduses de *C. sowerbii* dans les lacs est aussi influencé par l'intensité de la lumière et par la quantité de nourriture disponible. Les méduses sont très actives (59,8 impulsions/min) à de fortes intensités lumineuses et quand la nourriture est abondante (Adams, 2009). Durant le jour, elles se tiennent à quelques mètres de la surface du plan d'eau, où la nourriture est abondante. Elles migrent vers le fond lorsqu'il y a moins de lumière et de nourriture, devenant inactives la nuit. Cette migration verticale semble liée à la migration diurne des proies zooplanctoniques (Deacon et Haskell, 1967). Lors des proliférations du stade méduse de *C. sowerbii*, les densités sont habituellement élevées (jusqu'à 1 000 individus/m<sup>2</sup>, Jankowski, 2000).

Les polypes de *C. sowerbii* colonisent différents substrats : sable, graviers, roches et des débris végétaux (parfois cachés par des incrustations argileuses en cohabitation avec des bryozoaires) (Bushnell et Porter, 1967; Lewis et collab.,

2012). La forme polype semble dominer à des températures de 6 à 30 °C (température au-dessus de laquelle le polype se désintègre), avec un optimum vers 19-25 °C (Acker et Muscat, 1976). En hiver, les polypes s'enkystent. Ils sont sensibles à la turbulence et à la sédimentation des particules dans l'eau, qui peuvent les étouffer (Acker et Muscat, 1976). Les polypes peuvent atteindre des densités de 70 à 3 000 individus/m<sup>2</sup> (Didžiulis et Žurek rek, 2013).

### Régime alimentaire et rôle dans la chaîne trophique

Bien que les polypes de *C. sowerbii* se nourrissent d'une grande variété de proies (algues, nématodes, oligochètes, crustacés, acariens aquatiques, insectes et arachnides, Bushnell et Porter, 1967; Lewis et collab., 2012), le stade méduse est considéré surtout comme un grand prédateur du zooplancton dans la chaîne trophique aquatique, en raison de la pression de prédation observée lors de diverses expériences (Figuerola et De los Rios, 2010; Smith et Alexander, 2008; Spadinger et Maier, 1999). La méduse de *C. sowerbii* est capable d'ingérer des proies de 0,1 à 3,0 mm mais préfère celles de 0,4 à 1,4 mm ainsi que celles qui sont très actives, comme les copépodes. Elle est aussi capable de tuer des proies plus grandes (jusqu'à 8,8 mm de longueur, sans les manger (Dodson et Cooper, 1983). À la lumière de ces résultats, on se demande si les proliférations ponctuelles des méduses ne risquent pas de déstabiliser la structure de la chaîne trophique, puisque le taux d'exploitation est de 0,2 proie/dm<sup>3</sup> /jour pour une densité de 1 méduse/m<sup>3</sup> (Spadinger et Maier 1999). D'après Jankowski (2000), 13 % de la ressource en copépodes et 39 % des *Bosmina* (un type de puce d'eau) sont mangés ou tués par les méduses d'eau douce. Dumont (1994) évoque un risque lors des proliférations pour certaines espèces de poissons qui vivent dans le même habitat et dont les œufs se trouvent dans la gamme de tailles préférées des méduses. Cependant, d'autres chercheurs croient que le caractère sporadique des proliférations de méduses de *C. sowerbii* ainsi que la très courte durée de vie de ce stade en limitent les effets sur la chaîne trophique (par exemple, une diminution potentielle des rotifères du genre *Asplanchna*) (Boothroyd et collab., 2002; Dodson et Cooper, 1983).

Dans le réseau trophique, le stade méduse de *C. sowerbii* est considéré comme un super-prédateur. L'écrevisse américaine du genre *Orconectes* serait le seul animal qui peut la manger (en aquarium, quand les méduses ne nagent plus; Dodson et Cooper, 1983). Très peu d'informations existent à propos de la parasitologie des méduses de *C. sowerbii*, même si la présence de nombreuses amibes d'un flagellé non identifiable sur les méduses mortes a été rapportée (Matthews, 1963; Payne, 1924).

### Répartition géographique

La présence du stade méduse dans un plan d'eau signifie que des polypes sont présents, mais l'inverse n'est pas nécessairement vrai. La majorité des observations recueillies à ce jour concernent la forme méduse, mais les polypes pourraient

présenter une répartition géographique plus étendue. Bien que d'autres espèces de méduses d'eau douce aient été découvertes en Chine (genre *Craspedacusta*), en Inde et en Afrique (genre *Limnocyda*), *C. sowerbii* est la seule qui présente une répartition mondiale (Fritz et collab., 2009). Aujourd'hui, elle est considérée comme une espèce envahissante cosmopolite (Dumont, 1994; Rayner, 1988; Stefani et collab., 2010), puisqu'elle a pu coloniser l'ensemble des continents (régions subtropicales et tempérées) à l'exception de l'Antarctique (Balók et collab., 2001; Bekleyen et collab., 2011; Colin et Delahaye, 1995; Dexter et collab., 1949; Dumont, 1994; Figueroa et De los Rios, 2010; Fish, 1971; Fritz et collab., 2007; Gasith et collab., 2011; Gophen et Shealtiel, 2012; Jakovcev-Todorovic et collab., 2010; Lucas et collab., 2011; Moreno-Leon et Ortega-Rubio, 2009; Oscoz et collab., 2010; Parent, 1982; Stefani et collab., 2010). Le succès de *C. sowerbii* comme espèce envahissante est dû principalement à son cycle de vie comprenant plusieurs formes de reproduction asexuée avec un grand potentiel de dispersion, ce qui facilite l'établissement de nouvelles colonies, et augmente sa capacité de survie à des conditions défavorables pendant une longue période (enkystement).

Aux États-Unis, *C. sowerbii* a été observé dans 43 des 50 États (McKercher, 2014). Au Canada, l'espèce a d'abord été signalée en 1938 dans le lac Horseshoe, près de Sainte-Agathe-des-Monts (Québec) (Fantham et Porter, 1938) puis en 1955, en Ontario (Wiggins et collab., 1957). Depuis, les signalements se sont succédé dans plusieurs autres lacs et rivières du Canada. Les méduses d'eau douce ont été inventoriées dans environ 47 lacs, étangs, ou rivières couvrant 3 provinces (Québec, Ontario et Nouveau-Brunswick) par McAlpine et collab. (2002). Deux autres provinces s'ajoutent à la liste: la Colombie-Britannique (premiers signalements en 2003) et le Manitoba (première mention en 1972, ensuite en 2010 et en 2012) ([www.freshwaterjellyfish.org](http://www.freshwaterjellyfish.org)). Les proliférations au Canada sont souvent observées à des fréquences irrégulières et à des moments différents de l'année. Par exemple, dans le lac Huron en Ontario, l'espèce a été observée au port de Parry Sound en octobre 1952, en juillet et août 1980, ainsi qu'en septembre 1998. Avec les changements climatiques qui devraient favoriser les étés plus longs et chauds, les proliférations de méduses pourraient augmenter au sud du Canada (Lundberg et Svensson, 2003).

### Les lacunes sur l'état des connaissances

On s'intéresse de plus en plus à cette espèce depuis sa découverte il y a 134 ans, car elle semble être une bonne indicatrice de la qualité de l'eau dans les lacs tempérés. En effet, ses différents stades de vie sont sensibles aux facteurs environnementaux (Acker et Muscat, 1976). Néanmoins, comme beaucoup d'études sur la tolérance de l'espèce se sont appuyées sur des travaux en milieu contrôlé (principalement en laboratoire), on peut difficilement extrapoler leurs conclusions aux milieux naturels (McAlpine et collab., 2002). Pour la répartition de l'espèce, la majorité des études sont basées sur des recensements du stade méduse (Duggan et Eastwood, 2012). On sait encore peu de choses sur la répartition

géographique réelle des polypes, les mécanismes responsables du bourgeonnement des méduses à partir des polypes et l'effet réel des proliférations du stade méduse sur les communautés de zooplancton. Comme il existe très peu d'articles sur le sujet, il est assez difficile d'expliquer l'apparente augmentation récente des proliférations du stade méduse dans les lacs (Lundberg et Svensson, 2003), tout comme dans les environnements marins (Purcell, 2005; Gibbons et Richardson, 2013).

Les proliférations et l'augmentation de l'aire de répartition de *C. sowerbii* nous apparaissent inquiétantes, étant donné la tendance actuelle d'accumulation des éléments nutritifs dans nos écosystèmes d'eau douce liée à l'activité humaine et l'augmentation de la température de l'eau des lacs en lien avec les changements climatiques. Afin de préparer la société de demain aux effets de cette nouvelle espèce sur les habitats aquatiques, il est impératif d'acquérir des connaissances sur cette espèce méconnue. Comme d'autres chercheurs (Boothroyd et collab., 2002; Rayner, 1988; Smith et Alexander, 2008), nous croyons nécessaire d'étudier l'effet des facteurs environnementaux (autres que la température) sur la présence de cette méduse d'eau douce. Dans un second article (El Moussaoui et Beisner, 2016), nous examinerons donc l'effet des éléments nutritifs, du pH et de la transparence de l'eau sur les proliférations de *C. sowerbii*.

### Remerciements

Nous remercions le Conseil de recherche en sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG) pour le financement du projet à travers une subvention à la Découverte à BEB. Un grand merci à Patrick Steinmann et Terry Peard pour l'autorisation d'utiliser et d'adapter leurs images et à Nicolas Fortin St-Gelais pour la révision du français. ◀

### Bibliographie

- ACKER, T.S. et A.M. MUSCAT, 1976. The ecology of *Craspedacusta sowerbii* Lankester, a freshwater hydrozoan. *American Midland Naturalist*, 95: 323-336.
- ADAMS I.B., 2009. The effect of light and prey availability on the activity of the freshwater jellyfish, *Craspedacusta sowerbii* (Hydrozoan). Mémoire B.Sc. Université James Madison à Harrisonburg, Virginie, 21 p.
- ARBAČIAUSKAS, K. et J. LESUTIENĖ, 2005. The Freshwater Jellyfish (*Craspedacusta sowerbii*) in Lithuanian Waters. *Acta Zoologica Lituanica*, 15: 54-57.
- BALÓK, S., M. USTAOGU et M.R. ÖZBEK, 2001. A new locality for the freshwater jellyfish *Craspedacusta sowerbyi* Lankester, 1880 in Turkey. *Zoology in the Middle East*, 22: 133-134.
- BEKLEYEN, A., M. VAROL et B. GOKOT, 2011. A new record of the freshwater jellyfish *Craspedacusta Sowerbyi* Lankester, 1880 (Hydrozoa) in southeastern Anatolia (Turkey). *Chinese Journal of Oceanology and Limnology*, 29: 366-368.
- BOOTHROYD, I.K.G. M.K. ETHEREDGE et J.D. GREEN, 2002. Spatial distribution, size structure, and prey of *Craspedacusta sowerbyi* Lankester in a shallow New Zealand lake. *Hydrobiologia*, 468: 23-32.
- BOUILLON, J. et F. BOERO, 2000. Synopsis of the families and genera of the Hydromedusae of the world, with a list of the worldwide species. *Thalassia Salentina*, 24: 166-233.
- BUSHNELL, J.H. et T.W. PORTER, 1967. The occurrence, habitat, and prey of *Craspedacusta sowerbyi* (particularly polyp stage) in Michigan. *Transactions of the American Microscopical Society*, 86: 22-27.

- COLIN, F. et P. DELAHAYE, 1995. Observation de la méduse d'eau douce *Craspedacusta sowerbyi* Lank. Bulletin scientifique de la Société des Amis du Muséum de Chartres et des Naturalistes d'Eure-et-Loir, 15: 2-6.
- DEACON, J.E. et W.L. HASKELL, 1967. Observations on the ecology of the freshwater jellyfish in Lake Mead, Nevada. American Midland Naturalist, 78: 155-166.
- DETHIER, M. et R.P. KALBERMATTER, 1989. Sur la présence de méduses en Valais. Bulletin de la Murithienne 107: 203-211.
- DEXTER, R.W., T.C. SURRARRER et C.W. DAVIS, 1949. Some recent records of the fresh-water jellyfish *Craspedacusta sowerbii* from Ohio and Pennsylvania. Ohio Journal of Science, 49: 235-241.
- DIDŽIULIS, V., 2006. Invasive Alien Species. Fact Sheet – *Craspedacusta sowerbyi*. Online Database of the North European and Baltic Network on Invasive Alien Species – NOBANIS, p. 1-7. <http://www.nobanis.org>.
- DIDŽIULIS, V. et ŽUREK, R., 2013. NOBANIS – Invasive Alien Species Fact Sheet – *Craspedacusta sowerbii*. Online Database of the European Network on Invasive Alien Species – NOBANIS. <http://www.nobanis.org>.
- DODSON, S.I. et S.D. COOPER, 1983. Trophic relationships of the freshwater jellyfish *Craspedacusta sowerbyi* Lankester 1880. Limnology and Oceanography, 28: 345-351.
- DUGGAN, I.C. et K.R. EASTWOOD, 2012. Detection and distribution of *Craspedacusta sowerbii*: observations of medusa are not enough. Aquatic Invasions, 7: 271-275.
- DUMONT, H.J., 1994. The distribution and ecology of the fresh- and brackish-water medusae of the world. Hydrobiologia, 272: 1-12.
- DUNHAM, D.W., 1941. Studies on the ecology and physiology of the freshwater jellyfish, *Craspedacusta sowerbii*. Thèse PhD, Ohio State University, 121 p.
- EL MOUSSAOUI, N. et B.E. BEISNER, 2016. Facteurs environnementaux associés à la prolifération de la méduse d'eau douce *Craspedacusta sowerbii*. dans les lacs du Québec. Le Naturaliste canadien, 141(1) 47-57.
- ENVIRONNEMENT CANADA, 2013. Espèces envahissantes: les espèces non indigènes dans le bassin Grands Lacs–Saint-Laurent. [en ligne] <http://www.ec.gc.ca/>
- FANTHAM, H.B. et A. PORTER, 1938. Occurrence of the freshwater medusa *Craspedacusta sowerbii* in eastern Canada. Nature, 141: 515-516.
- FIGUEROA, D. et P. DE LOS RIOS, 2010. First report of *Craspedacusta sowerbii* (Cnidaria) (Lankester, 1880) for Patagonian waters (38 degrees S, Chile): A possible presence of invasive species and its potential ecological implications. Brazilian Journal of Biology, 70: 227-228.
- FISH, G.R., 1971. *Craspedacusta sowerbyi* Lankester (Coelenterata: Limnomedusae) in New Zealand lakes. New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research, 5: 66-69.
- FRESHWATER JELLYFISH. Disponible en ligne à: <http://www.freshwaterjellyfish.org>. [Visité le 13-01-03].
- FRITZ, G.B., R.O. SCHILL, M. PFANNKUCHEN et F. BRÜMMER, 2007. The freshwater jellyfish *Craspedacusta sowerbii* Lankester, 1880 (Limnomedusa: Olindiidae) in Germany, with a brief note on its nomenclature. Journal of Limnology, 66: 54-59.
- FRITZ, G.B., M. PFANNKUCHEN, A. REUNER, R.O. SCHILL et F. BRÜMMER, 2009. *Craspedacusta sowerbii*, Lankester 1880 – population dispersal analysis using COI and ITS sequences. Journal of Limnology, 68: 46-52.
- GASITH, A., S. GAFNY, Y. HERSHKOVITZ, H. GOLDSTEIN et B.S. GALIL, 2011. The invasive freshwater medusa *Craspedacusta sowerbii* Lankester, 1880 (Hydrozoa: Olindiidae) in Israel. Aquatic Invasions, 6: 147-152.
- GIBBONS, M.J. et A.J. RICHARDSON, 2013. Beyond the jellyfish joyride and global oscillations: advancing jellyfish research. Journal of Plankton Research, 35: 929-938.
- GOPHEN, M. et L. SHEALTIEL, 2012. Record of the alien species *Craspedacusta sowerbii* Lankester, 1880 (Cnidaria: Limnomedusae) in Lake Kinneret catchment area. BioInvasions Records, 1: 29-31.
- JAKOVCE-TODOROVIC, D., V. DIKANOVIC, S. SKORIC et P. CAKIC, 2010. Freshwater jellyfish *Craspedacusta sowerbyi* Lankester, 1880 (Hydrozoa, Olindiidae) – 50 years' observations in Serbia. Archive of Biological Science Belgrade, 62: 123-127.
- JANKOWSKI, T., 2000. Chemical composition and biomass parameters of a population of *Craspedacusta sowerbyi*. Journal of Plankton Research, 22: 1329-1340.
- KRAMP, P.L., 1951. Freshwater medusae in China. Proceedings of the Zoological Society of London, 120: 165-184.
- KRAMP, P.L., 1961. Synopsis of the medusae of the world. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 40, 7-469.
- LANKESTER, E.R., 1880. On a new jellyfish of the Order Trachomedusae, living in fresh water. Science, 1: 34 p.
- LARAMBERGUE, (de) M., 1945. Remarques sur la biologie de *Craspedacusta sowerbyi* Lank. À propos de l'apparition de méduses dans un aquarium à Lyon. Bulletin mensuel de la société linnéenne de Lyon, 11: 13-18.
- LEWIS, C., M. MIGITA, H. HASHIMOTO et A.G. COLLINS, 2012. On the occurrence of freshwater jellyfish in Japan 1928-2011: eighty-three years of records of *mamizu kurage* (Limnomedusae, Olindiidae). Proceedings of Biological Society of Washington, 125: 165-179.
- LIU, W.C., W.T. LO, J.E. PURCELL et H.H. CHANG, 2008. Effects of temperature and light intensity on asexual reproduction of the scyphozoan, *Aurelia aurita* (L.) in Taiwan. Hydrobiologia, 616: 247-258.
- LOEB, M. J., 1973. The effect of light on strobilation in the Chesapeake Bay sea nettle *Chrysaora quinquecirrha*. Marine Biology, 20: 144-147.
- LUCAS, C.H., K.A. PITT, J.E. PURCELL, M. LEBRATO et R.H. CONDON, 2011. What's in a jellyfish? Proximate and elemental composition and biometric relationships for use in biogeochemical studies. Ecology, 92: 1704.
- LUNDBERG, S. et J.E. SVENSSON, 2003. Medusae invasions in Swedish lakes. Fauna & Flora, 98: 18-28.
- MATTHEWS, D.C., 1963. Freshwater jellyfish *Craspedacusta sowerbyi* Lank. in Hawaii. Transactions of the American Microscopical Society, 82: 18-22.
- MATTHEWS, D.C., 1966. A comparative study of *Craspedacusta sowerbyi* and *Calposoma Dactyloptera* life cycles. Pacific Science, 20: 246-259.
- MCALPINE, D.F., T.L. PEARD, T.J. FLETCHER et G. HANSON, 2002. First reports of the freshwater jellyfish *Craspedacusta sowerbyi* (Hydrozoa: Olindiidae) from maritime Canada with review of Canadian occurrences. Journal of Freshwater Ecology, 17: 341-344.
- MCCLARY A., 1959. The effect of temperature on growth and reproduction in *Craspedacusta sowerbii*. Ecology, 40: 158-162.
- MCCLARY A., 1961. Experimental studies of bud development in *Craspedacusta sowerbii*. Transactions of the American Microscopical Society, 80: 343-353
- MCCLARY A., 1964. Histological changes during regeneration of *Craspedacusta sowerbii*. Transactions of the American Microscopical Society, 83: 349-357.
- MCKERCHER, L.D., O'CONNELL, P. FULLER, J. LIEBIG, J. LARSON et A. FUSARO, 2014. *Craspedacusta sowerbyi*. USGS Nonindigenous Aquatic Species Database, Gainesville, FL. <http://www.nas.er.usgs.gov>.
- MORENO-LEON, M.A. et A. ORTEGA-RUBIO, 2009. First record of *Craspedacusta sowerbyi* Lankester, 1880 (Cnidaria: Limnomedusae: Olindiidae) in Mexico (Adolfo Lopez Mateos reservoir), with notes on their feeding habits and limnological dates. Biological Invasions, 11: 1827-1834.
- OSCOZ, J., P. TOMAS et C. DURIN, 2010. Review and new records of non-indigenous freshwater invertebrates in the Ebro River basin (Northeast Spain). Aquatic Invasions, 5: 263-284.
- PARENT, G.H., 1982. Une page d'histoire des sciences contemporaines: un siècle d'observation sur la méduse d'eau douce *Craspedacusta sowerbyi* Lank. Bulletin mensuel de la société linnéenne de Lyon, 51: 47-63.
- PAYNE, F., 1924. A study of the fresh-water medusa, *Craspedacusta ryderi*. Journal of Morphology, 38: 387-429.

- PENNAK, R.W., 1956. The fresh-water jellyfish *Craspedacusta* in Colorado with some remarks on its ecology and morphological degeneration. Transactions of the American Microscopical Society, 75: 324-331.
- PENNAK, R.W., 1989. Coelenterata. Fresh-water Invertebrates of the United States: Protozoa to Mollusca, 3rd edition. John Wiley and Sons, Inc., New York, p. 110-127.
- PURCELL, J.E., 2005. Climate effects on formation of jellyfish and ctenophore blooms: a review. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 85: 461-476.
- PURCELL, J.E., S. UYE et L. WEN-TSENG, 2007. Anthropogenic causes of jellyfish blooms and the direct consequences for humans: a review. Marine Ecology Progress Series, 350: 153-174.
- RAMUSINO, C., 1972. Présence de la *Craspedacusata sowerbyi* Lank. dans les eaux italiennes. Bulletin français de Pisciculture, 245: 147-150.
- RAYNER, N., 1988. First record of *Craspedacusta sowerbyi* Lankester (Cnidaria: Limnomedusae) from Africa. Hydrobiologia, 162: 73-77.
- ROCHEFORT G., C. PLU et J.P. COROLLA, 2012. *Craspedacusta sowerbyi* Lankester, 1880. Fiche Espèce (N° 442). Données d'observations pour la reconnaissance et d'identification de la faune et de la flore subaquatiques (DORIS). Mis à jour le 07/06/2012. <http://www.doris.ffessm.fr>
- SILVA, W.M. et K.F. ROCHE, 2007. Occurrence of freshwater jellyfish *Craspedacusta sowerbyi* (Lankester, 1880) (Hydrozoa, Limnomedusae) in a calcareous lake in Mato Grosso do Sul, Brazil. Biota Neotropica, 7: 227-230.
- SLOBODKIN L.E. et P.E. BOSSERT, 1991. The freshwater Cnidaria – or Coelenterates. Dans: Thorp, J.H. et A.P. Covich, (édit.). Ecology and classification of North American freshwater invertebrates. Academic Press, San Diego, p. 125-142.
- SMITH, A. et J.E. ALEXANDER, 2008. Potential effects of the freshwater jellyfish *Craspedacusta sowerbyi* on zooplankton community abundance. Journal of Plankton Research, 30: 1323-1327.
- SPADINGER, R. et G. MAIER, 1999. Prey selection and feeding of the freshwater jellyfish, *Craspedacusta sowerbyi*. Freshwater Biology, 41: 567-573.
- STEFANELLI, A., 1948. Una medusa d'acqua dolce del genere *Craspedacusta sviluppata* in una vasca dell' Istituto. Bolletino Di Zoologia, 15: 41-47.
- STEFANI, F., B. LEONI, A. MARIENI et L. GARIBALDI, 2010. A new record of *Craspedacusta sowerbyi*, Lankester 1880 (Cnidaria, Limnomedusae) in Northern Italy. Journal of Limnology, 69: 189-192.
- WANG, D.L., S.L., Xu, H.L. JIANG et H. YANG, 2006. Tolerance of *Craspedacusta sowerbyi xinyangensis* to the stresses of some ecological factors. Journal of Applied Ecology, 17: 1103-1106.
- WIGGINS, G.B., R.E. WHITFIELD et F.A. WALDEN, 1957. Notes on freshwater jellyfish in Ontario. Royal Ontario Museum, 43: 1-6.
- WORLD REGISTER OF MARINE SPECIES (WoRMS) Disponible en ligne à : <http://www.marinespecies.org/index.php>. [Visité le 13-01-03].
- XU, S. et D. WANG, 2009. Life cycle of *Craspedacusta sowerbyi xinyangensis*. Current Zoology, 55: 227-234.
- ZHANG, L.Q., G. T. WANG, W. J. YAO, W.X. LI et Q. GAO, 2009. Molecular systematics of medusae in the genus *Craspedacusta* (Cnidaria: Hydrozoa: Limnomedusae) in China with the reference to the identity of species. Journal of Plankton Research, 31: 563-570.



# Facteurs environnementaux associés à la prolifération de la méduse d'eau douce *Craspedacusta sowerbii* dans les lacs du Québec

Nadia El Moussaoui et Beatrix E. Beisner

## Résumé

Les proliférations (aussi appelées pullulations ou « blooms ») de la méduse d'eau douce *Craspedacusta sowerbii* semblent de plus en plus fréquentes dans les lacs d'Amérique du Nord. Cependant, puisqu'elles apparaissent sporadiquement, de façon discontinue dans le temps et l'espace, on connaît mal leur répartition, leur écologie et les facteurs environnementaux qui les influencent. Les objectifs du présent projet étaient de déterminer la répartition spatiale et les facteurs environnementaux responsables de la prolifération de *C. sowerbii* au Québec en vue de prévoir de nouvelles proliférations. À l'aide des données recueillies, nous avons cartographié la répartition des lacs québécois envahis par *C. sowerbii* jusqu'en 2014 et colligé des données sur les variables environnementales de ceux-ci : leur profondeur maximale, leur superficie, leur périmètre et leur altitude, ainsi que la transparence de l'eau et sa concentration en chlorophylle *a*, en carbone organique dissous (COD) et en phosphore total. En tout, l'espèce a été répertoriée dans 88 lacs au Québec, principalement dans les régions des Laurentides, de l'Outaouais et de l'Estrie, où les lacs sont particulièrement abondants. Selon nos analyses statistiques, les proliférations de cette méduse exotique au Québec ont été observées plus fréquemment dans les lacs dont la superficie est supérieure à 2,8 km<sup>2</sup> et dont l'eau a une concentration en phosphore total inférieure à 14,77 µg/l.

MOTS CLÉS : lacs, méduse d'eau douce, phosphore total, prolifération, superficie

## Abstract

Reports of population blooms of the freshwater jellyfish (*Craspedacusta sowerbii*) in lakes across North American are becoming increasingly frequent. However, because they appear sporadically in space and time, their distribution ecology, and the environmental factors that trigger their proliferations are poorly understood. The objectives of the present study were to determine the spatial distribution of, and the environmental factors associated with, *C. sowerbii* blooms in Québec (Canada), with the goal of better predicting future blooms of this exotic species. The lakes in the province that had been invaded by *C. sowerbii* up until 2014 were mapped, and data concerning their maximum depth, area, perimeter, altitude, water transparency, and the concentrations of chlorophyll *a*, dissolved organic carbon (DOC) and total phosphorus in the water, were compiled and analyzed. Over the study period, *C. sowerbii* was detected in 88 lakes across Québec; these were mainly located in the Laurentides, Outaouais and Estrie regions, where lakes are particularly abundant. The statistical analyses used showed that blooms of the freshwater jellyfish in Québec were most frequently observed in lakes with a surface area greater than 2.8 km<sup>2</sup> and a concentration of total phosphorus in the water of less than 14.77 µg/l.

KEYWORDS: area, blooms, freshwater jellyfish, lakes, total phosphorus

## Introduction

En 2004, le Conseil canadien des ministres des pêches et de l'aquaculture a adopté un plan d'action de lutte contre les espèces aquatiques envahissantes qui minent considérablement la biodiversité des écosystèmes lacustres (Ricciardi et MacIsaac, 2011). Cependant, certaines espèces exotiques envahissantes du bassin des Grands Lacs et Saint-Laurent sont encore méconnues (Environnement Canada, 2013). C'est le cas de la méduse d'eau douce *Craspedacusta sowerbii* (Lankester, 1880), originaire d'Asie, décrite par la communauté scientifique comme la plus intrigante espèce d'invertébré d'eau douce, en raison de sa biologie complexe et de l'irrégularité des proliférations (aussi appelées pullulations ou « blooms ») de son stade méduse (Acker et Muscat, 1976; Dethier et Kalbermatter, 1989; Matthews, 1966; Pennak, 1956). El Moussaoui et Beisner (2016) passent en revue le cycle de vie, l'habitat, le régime alimentaire et la répartition de cette espèce au Québec.

Les deux facteurs environnementaux les plus couramment cités pour expliquer ces proliférations sont les hautes températures (26-33 °C) et l'abondance de proies (Acker et Muscat, 1976; Boothroyd et collab., 2002; McClary, 1959, 1961; Rayner, 1988; Slobodkin et Bossert, 1991; Xu et Wang, 2009). De plus, avec les changements climatiques, certains chercheurs avancent que l'aire de répartition de *C. sowerbii*, tout comme celle d'autres méduses marines, pourrait encore s'étendre significativement (Lundberg et Svensson, 2003; Purcell, 2005; Gibbons et Richardson, 2013). Cependant, les éléments scientifiques sont insuffisants pour permettre d'accepter ou de

Nadia El Moussaoui et Beatrix E. Beisner, Département des sciences biologiques, Université du Québec à Montréal, Succ. Centre-Ville Montréal, QC, H3C 3P8 et Groupe de recherche interuniversitaire en limnologie et en environnement aquatique (GRIL)

beisner.beatrix@uqam.ca

rejeter cette hypothèse, ou même pour expliquer l'extraordinaire expansion de cette espèce exotique.

L'important réseau hydrique du Québec (environ 22 % du territoire est recouvert d'eau; MDDELCC, 2015) pourrait constituer un environnement idéal pour l'établissement de *C. sowerbii*, d'autant plus que plusieurs lacs et rivières sont touchés par des activités anthropiques (résidences urbaines, infrastructures portuaires, complexes touristiques, pêche sportive, etc.) qui peuvent faciliter l'expansion des espèces exotiques. Cependant, lorsque l'espèce est introduite dans un nouvel écosystème, les conditions biotiques et abiotiques doivent être adéquates pour qu'elle s'y établisse (Hytec, 2010). À l'heure actuelle, les interactions trophiques de *C. sowerbii* et les causes environnementales responsables de ses proliférations, surtout sous la forme de méduse, sont méconnues. Il est donc difficile de prévoir dans quel type de lac ou autre plan d'eau l'espèce est susceptible de se développer, et même, de déterminer quels facteurs biotiques ou abiotiques sont associés à ses proliférations sporadiques et imprévisibles.

Plusieurs variables environnementales peuvent influencer sur la présence et la prolifération de *C. sowerbii* dans les lacs du Québec. Les facteurs morphométriques comprennent la profondeur, la superficie, l'altitude et le périmètre des lacs, et les facteurs physicochimiques comprennent le pH et la transparence de l'eau ainsi que sa concentration en chlorophylle *a*, en carbone organique dissous (COD) et en phosphore total. Les facteurs morphométriques sont des variables intégratrices qui déterminent aussi la physicochimie des lacs (Wetzel, 2001) et donc susceptibles d'influencer l'écologie de *C. sowerbii*. Par exemple, dans les grands lacs profonds, les eaux de surface ont tendance à être plus fraîches, ce qui nuit à la formation du stade méduse de *C. sowerbii* (El Moussaoui et Beisner, 2016, Kettle et collab., 2004; Snucins et Gunn, 2000). En revanche, dans les lacs moins profonds, l'anoxie hivernale, plus fréquente, peut diminuer la survie des polypes. L'altitude détermine aussi les conditions climatiques d'un lac (température des eaux, lumière, vent et précipitations, Morris et collab., 1995) et par conséquent, la productivité du milieu. Les facteurs morphométriques ont donc un effet important sur plusieurs variables biologiques et physiques qui peuvent être associées à l'occurrence des proliférations de méduses.

Parmi les variables physicochimiques, les éléments nutritifs sont des indicateurs de la productivité de la chaîne trophique dont fait partie *C. sowerbii*. Le phosphore total (PT) dissous dans l'eau est le principal élément limitant la biomasse dans les lacs au Québec (Dillon et Rigler, 1973). Par ailleurs, la biomasse phytoplanctonique se reflète dans la concentration de chlorophylle *a* (Chl *a*) dans l'eau. Dans la chaîne trophique aquatique, cette biomasse phytoplanctonique nourrit le zooplancton, c'est-à-dire les proies des méduses. Par conséquent, la disponibilité des ressources pour les méduses se reflète dans les concentrations de PT et de Chl *a* dans l'eau d'un lac.

La turbidité d'un lac peut aussi avoir plusieurs effets sur *C. sowerbii*. Premièrement, la présence de particules dans la colonne d'eau peut étouffer les polypes (Acker et Muscat, 1976).

Ensuite, la transparence de l'eau est affectée par la concentration de carbone organique dissous (COD) résultant de la production primaire générée dans la colonne d'eau (photosynthèse des cyanobactéries et des algues) et du lessivage du carbone terrestre dans le lac (Wetzel, 2001). Lorsque l'eau des lacs est peu transparente, la fission des polypes, l'activité natatoire des méduses de *C. sowerbii* et par conséquent, leur migration verticale peuvent être affectées (El Moussaoui et Beisner, 2016).

L'analyse des liens entre les caractéristiques de l'habitat et la répartition de *C. sowerbii* n'a pas encore été faite d'une façon intégrée. Le but général de cette étude est d'améliorer les connaissances sur la répartition de *C. sowerbii* dans les lacs du Québec et de déterminer, sur la base de similitudes environnementales, quels types de lacs favorisent les proliférations des méduses de l'espèce. Nous avons opté pour une approche de recherche synthétique interprétative, car les connaissances sur les mécanismes qui agissent sur ce phénomène sont très limitées.

## Méthodes

Les lacs du Québec ciblés dans le présent projet ont été choisis en fonction de la présence de *C. sowerbii* et de la disponibilité des données, plus importante pour les lacs du sud de la province. Malgré le déséquilibre, on sait que les lacs du sud sont les plus susceptibles d'être envahis par des espèces exotiques, notamment à cause de l'importance du réseau routier qui contribue à les relier entre eux et qui les rend accessibles à la population humaine.

### Collecte de données

Les études antérieures ont montré que le stade de méduse apparaît soudainement, une fois par année, et est très court, ce qui rend impossible un échantillonnage direct des proliférations de *C. sowerbii*. Pour répertorier les lacs, nous avons donc utilisé deux sites Internet consacrés aux méduses d'eau douce: Freshwater Jellyfish (<http://www.freshwaterjellyfish.org>) et Québec Méduses (<http://www.tonylesauteur.com>), que nous avons visités en mai 2014. Les informations contenues dans ces deux sites proviennent majoritairement de la participation volontaire des citoyens qui remplissent un formulaire contenant leurs informations personnelles, la date et le lieu de l'observation. Nous avons complété ces informations en contactant directement des associations de lacs et des municipalités. Une carte de répartition a ensuite été réalisée à partir des signalements de *C. sowerbii* dans les lacs du Québec, de 1938 à 2014 (figure 1, tableau 1).

Pour étudier l'influence des différents facteurs environnementaux sur la présence de *C. sowerbii*, nous avons sélectionné 63 lacs infestés pour lesquels des données environnementales étaient disponibles. Dans le but de les comparer à des lacs non envahis dans les mêmes zones, nous avons choisi 64 lacs où aucune prolifération de *C. sowerbii* n'avait été signalée dans les mêmes régions (figure 2, tableau 1). Comme variables environnementales, nous avons utilisé l'altitude et la superficie du lac, son périmètre, sa profondeur maximale, la

transparence (profondeur du disque de Secchi) de l'eau ainsi que la concentration de celle-ci en chlorophylle *a* (Chl *a*), en phosphore total (PT) et en carbone organique dissous (COD). Pour compléter la base de données morphométrique et la bathymétrie des lacs, nous nous sommes servis de l'Atlas Web des lacs des Laurentides (CRE Laurentides, 2013) et de la Banque Lacs

et Cours d'eau du Centre d'expertise hydrique du Québec (CEHQ, 2013). Ensuite, nous avons calculé la surface et le périmètre des lacs à partir des cartes des bassins versants numérisées dans un système d'information géographique (SIG) (ArcGIS 10.0). Les contours des lacs de la base de données topographique nationale du Canada (BNDT; [www.geogratis.ca](http://www.geogratis.ca)) ont été superposés sur les données DEM (« Digital Elevation Map »), la carte numérique de l'élévation du Canada avec des données au niveau 1 à l'échelle de 1: 50 000 (DNEC1; [www.geobase.ca](http://www.geobase.ca)). L'altitude des lacs a été obtenue grâce à Google Earth.

Les données physicochimiques utilisées pour cette étude correspondent à la moyenne des concentrations ponctuelles mesurées en été sur plusieurs années (sans plan fixe) dans chaque lac, tel que décrit ci-dessous. La majorité de ces données a été collectée par plusieurs chercheurs du Groupe de recherche interuniversitaire en limnologie et en environnement aquatique (GRIL) pour différents projets de recherche répartis sur plusieurs années. Nous avons complété les données physicochimiques avec la base de données du Réseau de surveillance volontaire des lacs (RSVL; MDDELCC, 2013) que le ministère du Développement durable, Environnement et Lutte contre les Changements climatiques nous a fournie, et en consultant des Conseils régionaux en environnement (CRE), surtout le CRE Laurentides et CREDDO (Conseil régional de l'environnement et du développement durable de l'Outaouais) (Carignan, 2008; Chouinard, 2009; Gallerand, 2010a et 2010b; Genivar, 2012; Raymond, 2007; Simoneau et collab., 2004). Il est important de signaler que ces données proviennent de plusieurs études et donc, que les années d'observations sont différentes. De plus, les mois d'échantillonnage ne sont pas toujours les mêmes, mais coïncident toujours avec la période des proliférations, c'est-à-dire de juin à septembre. Les méthodes d'échantillonnage et les analyses sont décrites dans les documents du MDDELCC et du Conseil régional de l'environnement des Laurentides (2016a, b), et dans les principales publications des chercheurs du GRIL utilisés (Brothers et collab., 2012; Carignan, 2008; Longhi et Beisner, 2009; Prairie et collab., 1989). Le traitement de données provenant de plusieurs bases de données implique toujours une incertitude supplémentaire, du fait que les mesures ont été réalisées par des équipes différentes et à des périodes différentes.

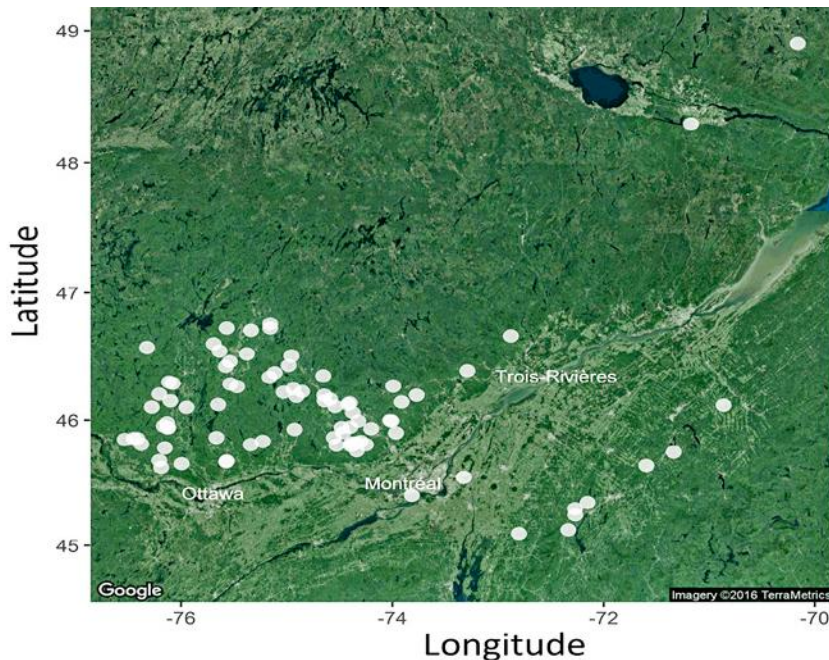


Figure 1. Carte du sud du Québec montrant la répartition des lacs où *C. sowerbii* a été signalée. Les coordonnées géographiques des lacs sont inscrites dans le tableau 1 (il s'agit de ceux ayant une valeur de 1 dans la colonne « Présence de méduses »).

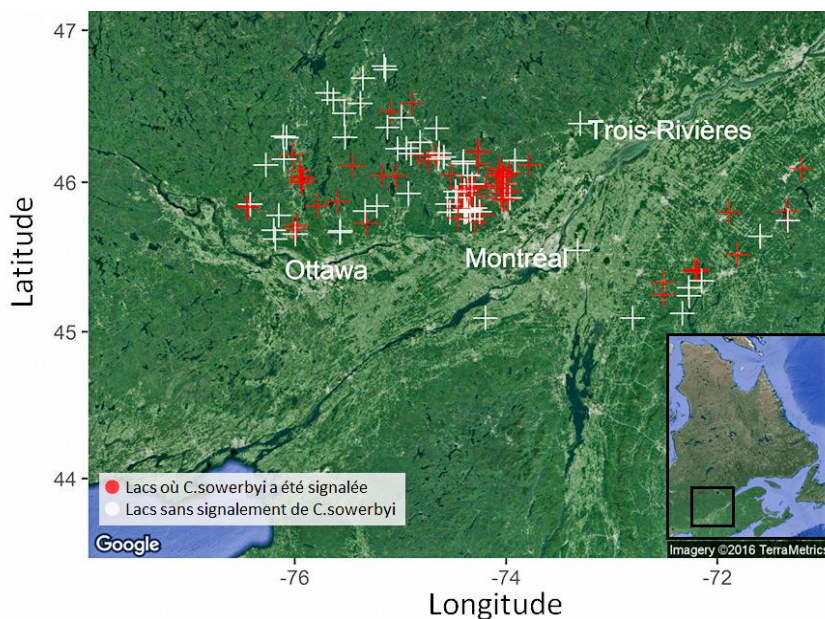


Figure 2. Emplacement des lacs comparés dans les analyses statistiques, avec et sans *C. sowerbii*. Les coordonnées géographiques (en degrés de latitude et de longitude) des lacs se trouvent dans le tableau 1 (il s'agit de ceux ayant une valeur de « oui » dans la colonne « Utilisé pour analyses »).

**Tableau 1. Liste et coordonnées (latitude et longitude, en degrés décimaux) des lacs étudiés, par région administrative. La colonne «Présence de méduses», indique la présence par 1 (figure 1), ou l'absence par 0, de *C. sowerbii* au stade méduse. La colonne «Utilisé pour analyses» indique les lacs représentés dans les figures 2 et 3.**

Nom du lac	Région	Présence de méduses	Latitude	Longitude	Utilisé pour analyses
à la Truite	Estrie	1	46,19093	-74,90178	oui
Argent	Estrie	1	45,64198	-71,59635	oui
Aylmer	Estrie	0	45,808647	-71,34412	oui
Bowker	Estrie	0	45,420622	-72,21526	oui
des Sittelles	Estrie	1	45,2429444	-72,270389	oui
Elgin	Estrie	1	45,747619	-71,33683	oui
Fortin	Estrie	1	46,119722	-70,86472	non
Huit	Estrie	0	46,09205	-71,20332	oui
Leclerc	Estrie	0	45,405144	-72,19693	oui
Orford	Estrie	1	45,294722	-72,271389	oui
Simoneau	Estrie	0	45,411978	-72,189897	oui
Stoke	Estrie	0	45,518536	-71,81101	oui
Sugarloaf	Estrie	1	45,124444	-72,333889	oui
Trois lacs	Estrie	0	45,80189	-71,89358	oui
Blanc	Lanaudière	1	46,270833	-73,991667	non
Brule	Lanaudière	0	46,11633	-73,7889	oui
Crépeau	Lanaudière	1	46,1994444	-73,77	non
Deligny	Lanaudière	1	46,3897222	-73,288889	non
Grenier	Lanaudière	1	46,14583	-73,91583	oui
à la Truite	Laurentides	1	45,345	-72,15111	oui
à la Truite	Laurentides	0	45,92823	-74,34268	oui
Achigan	Laurentides	0	45,94138	-73,96944	oui
Allard	Laurentides	0	46,46861	-75,09417	oui
Argente	Laurentides	0	45,86149	-74,46494	oui
Ashton	Laurentides	0	46,065	-73,96861	oui
Barron	Laurentides	0	45,78278	-74,22639	oui
Besette	Laurentides	0	46,17815	-74,6646	oui
Bleu	Laurentides	0	45,88625	-73,98265	oui
Boeuf	Laurentides	0	46,20628	-74,25997	oui
Boileau	Laurentides	1	46,138611	-74,40444	oui
Bois Franc	Laurentides	0	45,96243	-74,3434	oui
Boisseau	Laurentides	0	46,18111	-74,81805	oui
Brunet	Laurentides	0	46,07343	-74,06258	oui
Caché	Laurentides	1	46,349444	-74,655556	oui
Campion	Laurentides	1	46,12555556	-75,648333	non
Chapleau	Laurentides	1	46,24833333	-74,937222	oui
Chevreuils	Laurentides	0	45,89667	-74,32667	oui
Clair	Laurentides	0	46,09225	-74,06099	oui
Connelly	Laurentides	1	45,89782	-73,9646	oui
Croche	Laurentides	1	45,99174	-74,01405	oui
Cromwell	Laurentides	0	45,99063	-74,00533	oui

**Tableau 1. Liste et coordonnées (latitude et longitude, en degrés décimaux) des lacs étudiés, par région administrative. La colonne «Présence de méduses», indique la présence par 1 (figure 1), ou l'absence par 0, de *C. sowerbii* au stade méduse. La colonne «Utilisé pour analyses» indique les lacs représentés dans les figures 2 et 3. (SUITE)**

Nom du lac	Région	Présence de méduses	Latitude	Longitude	Utilisé pour analyses
Curran	Laurentides	1	45,75839	-74,33471	oui
de l'École	Laurentides	1	46,425	-75,575556	non
de la Cabane	Laurentides	0	45,97806	-74,30338	oui
de la Montagne	Laurentides	1	45,992778	-74,322222	oui
des Cornes	Laurentides	1	46,743	-75,14211	oui
des Îles	Laurentides	1	46,45708	-75,53378	oui
des Îles	Laurentides	1	46,7241667	-75,5675	non
des Seize Îles	Laurentides	1	45,9	-74,466667	oui
du Cœur	Laurentides	1	45,94691	-74,39468	oui
du Neuf	Laurentides	1	46,54489	-75,63429	oui
du Nord	Laurentides	0	46,05612	-74,03403	oui
du Pin Rouge	Laurentides	0	45,96095	-74,04043	oui
Dupuis	Laurentides	0	46,03472	-74,01917	oui
Echo	Laurentides	0	45,88639	-74,02444	oui
Francis	Laurentides	0	46,52417	-74,89584	oui
Gauvin	Laurentides	1	46,52285	-75,37859	oui
Grand Noir	Laurentides	0	45,87056	-74,4525	oui
Grandes Baies	Laurentides	1	46,37305556	-75,115	non
Gustave	Laurentides	0	45,84765	-74,33435	oui
Harrington	Laurentides	1	45,85738	-74,55545	oui
Hughes	Laurentides	1	45,80555	-74,25166	oui
Jolicoeur	Laurentides	1	46,111389	-74,540833	non
Kenny	Laurentides	0	45,73694	-74,295	oui
l'Aigle	Laurentides	0	46,11005	-75,45827	oui
la Minerve	Laurentides	1	46,221667	-75,029444	oui
Labelle	Laurentides	1	46,26517	-74,81437	oui
Lamoureux	Laurentides	1	46,15515	-74,64101	oui
Ludger	Laurentides	0	46,12139	-74,26556	oui
Mahon	Laurentides	0	45,68724	-76,01252	oui
Manitou	Laurentides	1	46,04791	-74,36471	oui
Mary	Laurentides	1	45,83008	-74,29672	oui
Masson	Laurentides	0	46,04055	-74,0384	oui
McPhee	Laurentides	1	46,266111	-75,470278	non
Mercier	Laurentides	1	46,19489	-74,63586	oui
Milette	Laurentides	0	45,97258	-74,19059	oui
Montagne Noir	Laurentides	0	46,20243	-74,27472	oui
Morency	Laurentides	0	45,92849	-74,03611	oui
Nantel	Laurentides	1	46,12508	-74,40884	oui
No Man	Laurentides	1	45,81963	-74,38802	oui
Noir	Laurentides	1	46,5075	-74,955833	non
Nomingue	Laurentides	1	46,431944	-74,980556	non

**Tableau 1. Liste et coordonnées (latitude et longitude, en degrés décimaux) des lacs étudiés, par région administrative. La colonne «Présence de méduses», indique la présence par 1 (figure 1), ou l'absence par 0, de *C. sowerbii* au stade méduse. La colonne «Utilisé pour analyses» indique les lacs représentés dans les figures 2 et 3. (SUITE)**

Nom du lac	Région	Présence de méduses	Latitude	Longitude	Utilisé pour analyses
Ouimet	Laurentides	1	46,16905	-74,59118	oui
Pérodeau	Laurentides	1	46,76715	-75,15495	oui
Petit Cerf	Laurentides	1	46,29895	-75,5242	oui
Petit Rainbow	Laurentides	1	45,80314	-74,37954	oui
Pierre Aubin	Laurentides	0	45,96389	-74,42083	oui
Pilon	Laurentides	1	45,996944	-74,022222	non
Pope	Laurentides	1	46,59203	-75,69133	oui
Proctor	Laurentides	1	45,94008	-74,48037	oui
Purvis	Laurentides	0	45,99198	-74,08776	oui
Rainbow	Laurentides	1	45,8105	-74,36637	oui
Rainbow d'en Haut	Laurentides	1	45,8219444	-74,338889	non
Renaud	Laurentides	1	45,9316667	-74,2	oui
Renaud	Laurentides	0	45,89433	-74,05122	oui
Rond	Laurentides	1	45,80158	-74,39663	oui
Saint-Paul	Laurentides	1	46,68638	-75,35437	oui
Sauvage	Laurentides	0	46,04973	-74,52275	oui
Sept Frères	Laurentides	1	46,339722	-75,163056	non
Spectacles	Laurentides	1	45,80151	-74,5323	oui
Vingt Sous	Laurentides	0	45,95136	-74,37196	oui
Walfred	Laurentides	0	46,05472	-74,07083	oui
Wentworth	Laurentides	0	45,82821	-74,45174	oui
Windish	Laurentides	0	45,76299	-74,45729	oui
Xavier	Laurentides	0	46,14744	-74,73677	oui
Minogami	Mauricie	1	46,662778	-72,876944	non
Brome	Montérégie	0	45,24861	-72,51472	oui
Saint-Louis	Montérégie	1	45,4013889	-73,814444	non
Seigneurial	Montérégie	1	45,54799	-73,32448	oui
Selby	Montérégie	1	45,09351	-72,8033	oui
Waterloo	Montérégie	0	45,33452	-72,51527	oui
Bataille	Outaouais	1	45,66793	-75,57569	oui
Bitobi	Outaouais	1	46,103611	-75,946667	non
Cayamant	Outaouais	1	46,11569	-76,27321	oui
d'Ours	Outaouais	1	45,847222	-76,533611	non
Danford	Outaouais	1	45,939444	-76,121389	non
de l'Orignal	Outaouais	0	45,87507	-75,59871	oui
de la Ferme	Outaouais	1	45,85482	-76,42234	oui
des Cèdres, grand	Outaouais	1	46,30599	-76,11016	oui
des Cèdres, petit	Outaouais	1	46,29653	-76,07803	oui
des Loups	Outaouais	1	45,68212	-76,19944	oui
Désert	Outaouais	1	46,572778	-76,321667	non
Désormeaux	Outaouais	0	46,03618	-75,94455	oui

**Tableau 1. Liste et coordonnées (latitude et longitude, en degrés décimaux) des lacs étudiés, par région administrative. La colonne «Présence de méduses», indique la présence par 1 (figure 1), ou l'absence par 0, de *C. sowerbii* au stade méduse. La colonne «Utilisé pour analyses» indique les lacs représentés dans les figures 2 et 3. (SUITE)**

Nom du lac	Région	Présence de méduses	Latitude	Longitude	Utilisé pour analyses
du Cardinal	Outaouais	0	45,84495	-75,7891	oui
Edja	Outaouais	0	46,18297	-76,02042	oui
Escalier	Outaouais	1	45,8622222	-75,664722	non
Gauvreau	Outaouais	1	45,65649	-75,99401	oui
Hacquard	Outaouais	1	45,92745	-74,92418	oui
Hawk	Outaouais	1	45,80961	-75,33538	oui
Heney	Outaouais	0	46,03056	-75,92416	oui
Hughes	Outaouais	1	45,805556	-74,251667	non
Iroquois	Outaouais	0	46,04653	-75,17153	oui
Johnston	Outaouais	0	45,71618	-75,98137	oui
la Blanche	Outaouais	0	45,72827	-75,32462	oui
la Pêche	Outaouais	1	45,62401	-76,18399	oui
Lacroix	Outaouais	1	46,2075	-76,205278	non
McAuley	Outaouais	1	45,976667	-76,133056	non
McConnell	Outaouais	1	45,938333	-76,129722	non
McCuaig	Outaouais	0	45,83389	-76,44861	oui
Neil	Outaouais	1	45,953611	-76,165556	non
Noir	Outaouais	0	46,0079	-75,9451	oui
Petit Hughes	Outaouais	0	45,84061	-76,45914	oui
Petit Preston	Outaouais	0	46,042	-75,04305	oui
Profond	Outaouais	1	46,15462	-76,1018	oui
Rhéaume	Outaouais	1	45,67836	-75,56817	oui
Sinclair	Outaouais	1	45,78223	-76,15321	oui
Toote	Outaouais	1	45,8108333	-76,378611	non
Vert	Outaouais	0	45,99583	-75,936219	oui
Vert	Outaouais	1	45,84206	-75,22497	oui
Victoria	Outaouais	0	46,07758	-75,9584	oui
Clairval	Saguenay–Lac-Saint-Jean	1	48,296111	-71,173056	non
du Mulet	Saguenay–Lac-Saint-Jean	1	48,902222	-70,162778	non

Néanmoins, d'après Prairie et collab. (1989) et Lewis et collab. (2012), les résultats physicochimiques des lacs provenant de ce type de base de données sont très fiables.

### Analyses de données

Pour comparer les caractéristiques des lacs envahis par *C. sowerbii* à ceux qui ne le sont pas, nous nous sommes appuyés sur une matrice composée de deux types de variables: la présence-absence de méduses de *C. sowerbii* et les 8 variables environnementales. Les données ont été préalablement transformées en  $\log_{10}$  (lorsque nécessaire) pour satisfaire la condition de multinormalité (Legendre et Legendre, 1998).

Un arbre de classification et de régression (*Classification and Regression Tree* ou CART en anglais) a été utilisé pour représenter la relation entre les différents facteurs environnementaux et la présence des méduses. Cette analyse permet d'obtenir un modèle de prédiction incluant plusieurs variables, souvent corrélées, et permet d'inclure des variables non linéaires (Borcard et collab., 2011). Les valeurs discriminantes sont sélectionnées pour diviser progressivement les observations définies par une variable réponse (ici, la présence de méduses). Sur notre matrice, une division algorithmique a été réalisée par la librairie (*rpart*) du logiciel R. L'élagage de l'arbre (réduction du nombre de feuilles pour une bonne prévision) a été effectué grâce au paramètre de complexité (*Cp*: *complexity*

parameter), appelé aussi coefficient de pénalisation, qui permet de « pénaliser » la complexité de l'arbre : plus  $C_p$  est petit, plus l'arbre peut être grand et complexe (beaucoup de nœuds); et lorsque ce paramètre est grand, la complexité est réduite en élaguant l'arbre. Pour déterminer si la performance est améliorée avec l'élagage, nous avons utilisé une procédure de validation croisée (*k-fold*) pour comparer le modèle final (avec élagage) avec un nombre optimal ( $k$ ) de modèles possibles, créés à partir des sous-groupes de données.

## Résultats

### Répartition des lacs envahis par *C. sowerbii* au Québec

Nous avons répertorié 88 lacs où l'espèce a été observée (figure 1). En examinant les dates d'apparitions des proliférations de cette méduse d'eau douce dans tous les lacs recensés, nous constatons la même irrégularité d'apparition qu'ailleurs dans le monde. Par exemple, dans le cas du lac La Pêche (municipalité de Pontiac, en Outaouais), le premier signalement de *C. sowerbii* date de 1995. L'espèce réapparaît ensuite en 1999, puis de 2004 à 2009, et enfin, en 2011 et en 2012. D'autres lacs n'ont eu des proliférations que très récemment : par exemple, le lac Litchfield (Pontiac, de 2009 à 2013); le lac Hawk (Mulgrave-Derry, en 2010 et en 2012); le lac Noir (Rivière rouge, en 2012) et lac Pilon (Sainte-Adèle, en 2012).

À l'échelle de la province, c'est surtout au sud (mais toujours au nord de Montréal) qu'on retrouve *C. sowerbii* (figure 1). Sa présence n'a été confirmée que dans 7 régions administratives : les Laurentides, l'Outaouais, l'Estrie, Lanaudière, la Montérégie, Saguenay-Lac-Saint-Jean et la Mauricie. Parmi les 88 lacs où *C. sowerbii* a été observée, le plus grand nombre de signalements provient de la région des Laurentides (tableau 2), suivie par l'Outaouais et l'Estrie; toutes ces régions se situent au sud du Québec et comptent une forte densité de lacs. Nous n'avons aucune indication sur les mois d'apparition des proliférations (seulement qu'elles ont eu lieu durant l'été) ni sur la durée de celles-ci dans chacun des lacs.

L'analyse par arbre de classification et de régression de la présence/absence des méduses de *C. sowerbii* dans

les 127 lacs (figure 3) indique que la principale variable discriminante était la teneur en PT. Des teneurs en PT élevées semblent défavorables à la présence de *C. sowerbii*. Dans les 22 lacs ayant des teneurs dépassant 15 µg/l, la probabilité d'absence de méduse est 90 %.

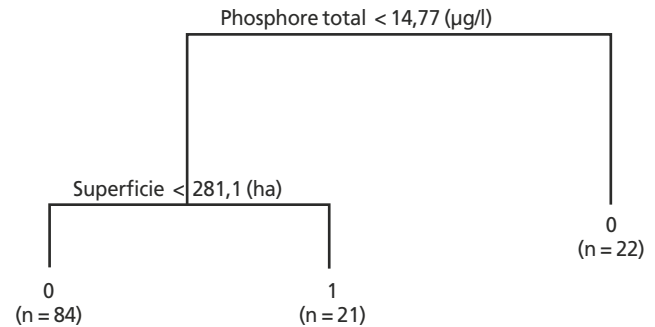


Figure 3. Arbre de classification et de régression de l'occurrence de la méduse d'eau douce *C. sowerbii* expliquée par les variables environnementales après l'élagage. Le chiffre 1 indique la branche qui satisfait les conditions pour la présence de méduses. Le nombre de lacs dans chaque branche est indiqué par n.

La seconde variable discriminante permettant de classer les autres lacs ( $n = 105$ ) est la superficie (ha). Les 21 lacs ayant une superficie supérieure ou égale à 281 ha ont une plus forte probabilité de présence de méduse. Les autres variables environnementales ne semblaient pas être directement corrélées avec l'occurrence des proliférations.

## Discussion

Le but de cette étude est de mieux comprendre quels facteurs environnementaux sont associés à la présence des méduses d'eau douce de *C. sowerbii* dans les lacs du Québec. Une recherche exhaustive des données sur les variables environnementales disponibles a été faite dans le but de corréliser ces dernières avec les proliférations de méduses. Dans le cadre de cette étude, nous avons aussi représenté la répartition spatiale dans la province du Québec telle que connue en 2014.

Au Québec, la méduse d'eau douce *C. sowerbii* est principalement confinée au sud de la province. Cela dit, les Laurentides, une des régions les plus riches en lacs, serait celle où le plus de proliférations ont été signalées. En réalité, le nombre élevé de signalements dans les lacs laurentiens pourrait aussi découler du fort taux de fréquentation de ces milieux aquatiques par les citoyens, en raison de la proximité avec la région métropolitaine de Montréal. Les Laurentides occupent la 3<sup>e</sup> place au Québec pour l'achalandage touristique, juste après les villes de Montréal et de Québec (Québec Tourisme, 2012). La région des Laurentides est donc la plus importante région touristique avec des lacs sur son territoire. Le fort achalandage des lacs laurentiens en été, que ce soit pour la pêche sportive ou la baignade, entraîne une augmentation des signalements de méduses par une population avisée ou intriguée par la présence de cette mystérieuse espèce.

Tableau 2. Nombre de lacs infestés par *C. sowerbii* par région administrative et le % des 88 lacs infestés détectés que cela représente.

Région administrative	Nombre de lacs infestés	Proportion relative (%)
Laurentides	46	52,3
Outaouais	25	28,4
Estrie	7	8,0
Lanaudière	4	4,5
Montérégie	3	3,4
Saguenay-Lac-Saint-Jean	2	2,3
Mauricie	1	1,1
<b>Total</b>	<b>88</b>	<b>100,0</b>



La présence de méduses dans les régions de l'Outaouais et de Lanaudière, voisines des Laurentides, pourrait aussi découler de déplacements de plaisanciers entre ces régions. Cette hypothèse est soutenue par le fait que les espèces envahissantes sont souvent transportées lors des activités anthropiques (Jokela, et collab., 2011). Le fait que la région de l'Outaouais soit au 2<sup>e</sup> rang pour de *C. sowerbii* peut être lié à sa position frontalière avec la province de l'Ontario, où le nombre de lacs infestés rapportés serait le plus grand du Canada (environ 150 lacs, d'après les données du site Web [www.freshwaterjellyfish.org](http://www.freshwaterjellyfish.org) en 2014).

Toutefois, les conclusions sur la répartition des espèces exotiques basées sur des observations de présence et d'absence, comme celles de la présente étude, doivent être traitées avec prudence, car elles peuvent intégrer certains biais. Tout d'abord, les proliférations de méduses de *C. sowerbii* sont irrégulières, imprévisibles et de courte durée (Dexter, 1949; Jakovcev-Todorovic et collab., 2010), et les mentions de cette espèce cryptique sont principalement basées sur des témoignages de citoyens. Il est donc très probable que des proliférations de méduses aient lieu sans être remarquées ou dans des zones inhabitées. En effet, le nombre élevé de signalements dans certaines régions peut être attribué à la grande fréquentation des lacs par la population. De plus, comme les proliférations apparaissent à la fin de l'été et au début de l'automne, il n'y a qu'une courte période où le phénomène peut être remarqué. Comme les plaisanciers (y compris les enfants qui sont susceptibles de remarquer des nouveautés) sont moins présents autour des plans d'eau à partir du mois de septembre, le phénomène a plus de chance de passer inaperçu en fin de saison. Finalement, les proliférations peuvent être observées sans être signalées par les plaisanciers. Une sensibilisation de la population et dans les écoles au sujet de la présence et de l'importance de signaler cette espèce exotique sur les plans d'eau serait donc utile.

Face à ces facteurs limitant notre capacité à recenser la présence de l'espèce, nous pensons que des études visant le stade de polype seraient nécessaires (Duggan et Eastwood, 2012). Aucune étude sur ce sujet n'a été encore faite, notamment car les polypes sont des formes microscopiques, discrètes et fixées sur une grande diversité de supports : débris végétaux, roches, parfois en symbiose avec d'autres espèces comme les mollusques (Fritz et collab., 2007; Green, 1998). De plus, les méduses peuvent prendre une forme enkystée (le podocyste) et rester en dormance pendant des années, ce qui rend l'observation encore plus difficile et augmente la probabilité de recenser des faux négatifs. Chez les espèces marines de méduses, les podocystes peuvent se dissimuler parmi le benthos avant de produire une grande population de polypes lorsque les conditions environnementales le permettent (Ohtsu et Uye, 2013); ce devrait être aussi le cas pour *C. sowerbii*.

Le modèle de prédiction que nous avons développé à partir de l'analyse par arbre de classification et de régression montre que le phosphore total et la superficie du lac sont les variables les mieux corrélées avec la présence de *C. sowerbii*

parmi celles que nous avons testées. Le principal facteur discriminant est le phosphore total; les proliférations semblent moins fréquentes dans les lacs dont l'eau a une concentration en phosphore total dépassant les 15 µg/l. Une étude menée par Jankowski (2000) sur la dépendance de *C. sowerbii* au phosphore (P) a démontré que l'activité métabolique de cette espèce avait plus besoin de phosphore que d'azote et de carbone (rapport C:N:P de 39:9:1). Cependant, notre étude semble montrer que l'espèce est plus souvent présente dans des milieux oligotrophes, moins pollués en nutriments. Une explication possible serait que l'enrichissement des lacs en phosphore peut entraîner une dégradation de la qualité de l'eau et un accroissement de la production d'algues. Les eaux moins transparentes qui en découlent peuvent étouffer des polypes ou bloquer la lumière du soleil, ce qui a aussi un effet sur l'activité des méduses. De plus, les cyanobactéries favorisées dans les lacs enrichis en phosphore sont souvent une moins bonne source de nourriture pour le zooplancton, ce qui diminue la biomasse des proies disponibles pour les méduses. Finalement, si les plaisanciers (p. ex. pêcheurs des salmonidés) sont plus enclins à fréquenter les lacs plus oligotrophes, l'espèce pourrait se répandre davantage vers ceux-ci grâce aux vecteurs humains. Il serait intéressant de tester cette hypothèse dans le futur, en tentant de relier la fréquentation des lacs du Québec avec leur état physicochimique.

Notre étude montre aussi que la superficie des lacs est la seconde variable explicative de la présence des méduses de *C. sowerbii* au Québec. En effet, les lacs ayant une superficie supérieure à 281 ha semblaient avoir reçu plus de signalements que les lacs plus petits. La présence de *C. sowerbii* dans les lacs plus grands est probablement corrélée à la fréquentation de ces grands lacs par les plaisanciers. Cette pression anthropique pourrait accélérer ou faciliter la dissémination des formes de résistance (podocystes). D'ailleurs, il a été avancé que ces organismes microscopiques, et même les polypes, peuvent se fixer sur les plantes aquatiques (Acker et Muscat, 1976). Comme pour plusieurs espèces aquatiques envahissantes (Environnement Canada, 2013), ils pourraient donc être déplacés accidentellement d'un lac à un autre (par exemple, sur des morceaux de plantes retenus sur les moteurs des bateaux de plaisance).

Selon notre modèle de prédiction, les habitats oligotrophes à oligomésotrophes sont préférés par les méduses d'eau douce au Québec, en accord avec les observations de plusieurs chercheurs qui ont noté la présence de *C. sowerbii* dans des milieux oligotrophes et peu profonds (Acker et Muscat, 1976; Dethier et Kalbermatter, 1989; Didžiulis, 2006; Duggan et Eastwood, 2012; Galarce et collab., 2013; Green, 1998; Hubschman et Kishler, 1972; Stankovi et Ternjej, 2010; Stefani et collab., 2010; ). Cependant, ces résultats semblent contredire d'autres mentions de l'espèce dans les petits lacs (< 25 ha) eutrophes (PT >100 µg/L) (Boothroyd et collab., 2002; Jankowski et collab., 2005). Pris ensemble, cela donne du poids à l'hypothèse selon laquelle la présence des méduses au Québec est liée à l'activité des plaisanciers : soit parce que

ceux-ci déplacent l'espèce d'un plan d'eau à un autre, soit parce que la probabilité d'observation des communautés aquatiques augmente en fonction de la fréquentation dans les grands lacs. Plus d'études sur la répartition de l'espèce, surtout sur le stade polype, en conjonction avec les préférences et habitudes humaines, seront nécessaires pour comprendre les préférences d'habitat de *C. sowerbii*.

Ce projet a permis de constater une lacune commune aux études ciblant les espèces exotiques envahissantes (qui s'étend aussi aux espèces menacées, vulnérables et rares), soit la confiance qu'on peut avoir dans les données d'absence de l'espèce (Duggan et Eastwood, 2012). En effet, l'absence de signalement dans un plan d'eau ne veut pas nécessairement dire que l'espèce y est véritablement absente. Ainsi, certains lacs considérés dans le présent projet comme non envahis par les méduses pourraient être de faux négatifs. Pour *C. sowerbii*, l'identification des lacs hébergeant le stade polype serait probablement plus fiable, mais un tel travail demanderait un très grand effort d'échantillonnage.

Nous avons démontré que la taille du lac et une faible teneur en phosphore dans l'eau sont des facteurs associés à la prolifération des méduses de *C. sowerbii* au Québec. Afin de mieux comprendre l'écologie de cette espèce exotique fascinante, il serait intéressant de vérifier les liens avec les activités humaines, surtout l'utilisation des types de lacs par les plaisanciers et leurs déplacements. Nos résultats indiquent que les déplacements humains ont probablement un effet sur la répartition de l'espèce au Québec. Une meilleure sensibilisation de la population au sujet de cette espèce dans nos lacs serait aussi un atout pour augmenter les signalements de proliférations. De même, une meilleure connaissance scientifique au sujet de l'écologie de *C. sowerbii* permettra de trouver des moyens efficaces pour lutter contre l'envahissement de nouveaux lacs par cette espèce.

## Remerciements

Nous remercions le Conseil de recherche en sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG) pour le financement du projet à travers une subvention à la Découverte à BEB. Nous remercions Vincent Ouellet-Jobin pour l'aide avec les statistiques, Mario Bérubé du ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte aux Changements climatiques (MDDELCC), Myriam Rondeau d'Environnement Canada, Francis Lajoie de la Corporation d'Aménagement de la Rivière L'Assomption (CARA), Mélissa Laniel du Conseil régional en environnement (CRE) Laurentides et Pierre-Olivier Benoit, pour leur aide dans l'acquisition de données manquantes. Nous remercions aussi Nicolas Fortin St-Gelais pour la révision du français et pour son aide avec les cartes. ◀

## Bibliographie

- ACKER, T.S. et A.M. MUSCAT, 1976. The ecology of *Craspedacusta sowerbii* Lankester, a freshwater hydrozoan. *American Midland Naturalist*, 95: 323-336.
- BOOTHROYD, I.K.G., M.K. ETHEREDGE et J.D. GREEN, 2002. Spatial distribution, size structure, and prey of *Craspedacusta sowerbyi* Lankester in a shallow New Zealand lake. *Hydrobiologia*, 468: 23-32.
- BORCARD, D., F. GILLET et P. LEGENDRE, 2011. *Numerical ecology* with R. Springer-Verlag, New York, 306 p.
- BROTHERS, S.M., Y.T. PRAIRIE et P.A. DEL GIORGIO, 2012. Benthic and pelagic sources of carbon dioxide in boreal lakes and a young reservoir (Eastmain-1) in eastern Canada. *Global Biogeochemical Cycles*, GB1002, doi:10.1029/2011GB004074.
- CARIGNAN, R., 2008. Évolution de l'état des lacs de la municipalité de Saint-Hippolyte entre 1998 et 2007. Rapport soumis à la municipalité de Saint-Hippolyte, Québec, 60 p.
- CEHQ – Centre d'expertise hydrique du Québec, 2013. Banque Lacs et Cours d'eau du Québec. Disponible en ligne à : [https://www.cehq.gouv.qc.ca/hydrometrie/historique\\_donnees/default.asp](https://www.cehq.gouv.qc.ca/hydrometrie/historique_donnees/default.asp).
- CHOUINARD, M.N., 2009. Suivi environnemental du lac Chapleau. Rapport présenté à l'Association de protection du lac Chapleau, municipalité de La Minerve. Biofilia, Labelle, Québec, 11 p.
- CRE – Conseil régional en environnement Laurentides, 2013. Atlas Web des lacs des Laurentides. Disponible en ligne à : <http://www.crelaurentides.org/dossiers/eau-lacs/atlasdeslacs?view=adl>.
- DETHIER, M. et R.P. KALBERMATTER, 1989. Sur la présence de méduses en Valais. *Bulletin de la Murithienne*, 107: 203-211.
- DEXTER, R.W., T.C. SURRERRER et C.W. DAVIS, 1949. Some recent records of the fresh-water jellyfish *Craspedacusta sowerbyi* from Ohio and Pennsylvania. *Ohio Journal of science*, 49: 235-241.
- DIDŽIULIS, V., 2006. Invasive Alien Species. Fact Sheet – *Craspedacusta sowerbyi*. Online database of the North European and Baltic Network on Invasive Alien Species – NOBANIS, p. 1-7. Disponible en ligne à : <http://www.nobanis.org>.
- DILLON, P.J. et F.H. RIGLER, 1973. The phosphorus-chlorophyll relationship in lakes. *Limnology and Oceanography* 19: 767-773.
- DUGGAN, I.C. et K.R. EASTWOOD, 2012. Detection and distribution of *Craspedacusta sowerbii*: observations of medusa are not enough. *Aquatic Invasions*, 7: 271-275.
- EL MOUSSAOUI, N. et B. BEISNER, 2016. La méduse d'eau douce *Craspedacusta sowerbii*: espèce exotique répandue dans les lacs du Québec. *Le Naturaliste canadien*, 141(1): 40-46.
- ENVIRONNEMENT CANADA, 2013. Espèces envahissantes: les espèces non indigènes dans le bassin Grands Lacs-Saint-Laurent. Disponible en ligne à : <http://www.ec.gc.ca/>
- FRESHWATER JELLYFISH. Disponible en ligne à : <http://www.freshwaterjellyfish.org>.
- FRITZ, G.B., R.O. SCHILL, M. PFANNKUCHEN et F. BRÜMMER, 2007. The freshwater jellyfish *Craspedacusta sowerbii* Lankester, 1880 (Limnomedusa: Olindiidae) in Germany, with a brief note on its nomenclature. *Journal of Limnology*, 66: 54-59.
- GALARCE, L.C., K.V. RIQUELME, D.Y. OSMAN et R.A. FUENTES, 2013. A new record of the non indigenous freshwater jellyfish *Craspedacusta sowerbii* Lankester, 1880 (Cnidaria) in Northern Patagonia (40° S, Chile). *BiolInvasions Records*, 2: 263-270.
- GALLERAND, G., 2010a. Plan directeur de l'eau du lac Bataille. Comité du bassin versant de la rivière du Lièvre, Cobali, Mont Laurier, Québec, 97 p.
- GALLERAND, G., 2010b. Plan directeur de l'eau du lac Rhéaume. Comité du bassin versant de la rivière du Lièvre, Cobali, Mont Laurier, Québec, 123 p.
- GENIVAR, 2012. Suivi des lacs de Mont-Tremblant – Programme quinquennal 2012, Mont-Tremblant, QC. Genivar, Montréal, Québec, 22 p. et Annexes.

- GIBBONS, M.J. et A.J. RICHARDSON, 2013. Beyond the jellyfish joyride and global oscillations: advancing jellyfish research. *Journal of plankton research*, 35: 929-938.
- GREEN, J., 1998. Plankton associated with medusae of the freshwater jellyfish *Craspedacusa sowerbyi* (Lankester) in a Thames backwater. *Freshwater Forum*, 11: 69-76.
- HUBSCHMAN, J.H. et W.J. KISHLER, 1972. *Craspedacusta sowerbyi* Lankester 1880 and *Cordylophora lacustris* Allman 1871 in western Lake Erie (Coelenterata). *The Ohio Journal of science*, 72: 318-321.
- HYTEC, M.N., 2010. Étude du caractère invasif de quelques espèces animales et végétales introduites dans les milieux dulçaquicoles en Nouvelle-Calédonie. Rapport n° 2007/IB 02—Province Nord et Province Sud, Direction de l'Environnement, Nouméa, Nouvelle-Calédonie, 391 p.
- JAKOVCEV-TODOROVIC, D., V. DIKANOVIC, S. SKORIC et P. CAKIC, 2010. Freshwater jellyfish *Craspedacusta sowerbyi* Lankester, 1880 (Hydrozoa, Olindiidae)—50 years' observations in Serbia. *Archive of Biological Science, Belgrade*, 62: 123-127.
- JANKOWSKI, T., 2000. Chemical composition and biomass parameters of a population of *Craspedacusta sowerbyi*. *Journal of plankton research*, 22: 1329-1340.
- JANKOWSKI, T., T. STRAUSS et T.H. RATTE, 2005. Trophic interactions of the freshwater jellyfish *Craspedacusta sowerbyi*. *Journal of plankton research*, 27: 811-823.
- JOKELA, A., S.E. ARNOTT et B.E. BEISNER, 2011. Patterns of *Bythotrephes longimanus* distribution relative to native macroinvertebrates and zooplankton prey. *Biological Invasions*, 13: 2573-2594.
- KETTLE H., R. THOMPSON, N.J. ANDERSON et D.M. LIVINGSTONE, 2004. Empirical modelling of summer lake surface temperatures in southwest Greenland. *Limnology and oceanography*, 49: 271-282.
- LANKESTER, E.R., 1880. On a new jellyfish of the order Trachomedusae, living in fresh water. *Science*, 1: 34 p.
- LEGENDRE, L. et P. LEGENDRE, 1998. *Numerical ecology*, 2<sup>nd</sup> English edition. Elsevier, Amsterdam, 853 p.
- LEWIS, C., M. MIGITA, H. HASHIMOTO et A.G. COLLINS, 2012. On the occurrence of freshwater jellyfish in Japan 1928-2011: eighty-three years of records of *Mamizu kurage* (Limnomedusae, Olindiidae). *Proceedings of biological society of Washington*, 125: 165-179.
- LONGHI, M.L. et B.E. BEISNER, 2009. Environmental factors controlling the vertical distribution of phytoplankton in lakes. *Journal of plankton research*, 31: 1195-1207.
- LUNDBERG, S. et J.E. SVENSSON, 2003. Medusae invasions in Swedish lakes. *Fauna & Flora*, 98: 18-28.
- MATTHEWS, D.C., 1966. A comparative study of *Craspedacusta sowerbyi* and *Calpasoma dactyloptera* life cycles. *Pacific Science*, 20: 246-259.
- MCCCLARY A., 1959. The effect of temperature on growth and reproduction in *Craspedacusta sowerbyi*. *Ecology*, 40: 158-162.
- MCCCLARY A., 1961. Experimental studies of bud development in *Craspedacusta sowerbyi*. *Transactions of the American microscopical society*, 80: 343-353.
- MDDELCC – Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les Changements climatiques, 2013. Réseau de surveillance volontaire des lacs (RSVL). Disponible en ligne à : [http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/rsvl/rsvl\\_liste.asp](http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/rsvl/rsvl_liste.asp).
- MDDELCC – Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les Changements climatiques, 2015. Rapport sur l'état de l'eau et des écosystèmes aquatiques au Québec – [en ligne] <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/rapportsurleau/portrait-Qc-aquatique.htm>
- MDDELCC – Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les Changements climatiques et Conseil régional de l'environnement des Laurentides (CRE Laurentides), 2016a. Protocole d'échantillonnage de la qualité de l'eau, 3<sup>e</sup> édition, Québec, Direction du suivi de l'état de l'environnement – [en ligne] <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/rsvl/protocole-echantill-qualite.pdf>
- MDDELCC – Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les Changements climatiques et Conseil régional de l'environnement des Laurentides (CRE Laurentides), 2016b. Protocole de mesure de la transparence de l'eau, 3<sup>e</sup> édition, Direction général du suivi de l'état de l'environnement – [en ligne] <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/rsvl/transparence.pdf>
- MORRIS, D.P., H. ZAGARESE, C.E. WILLIAMSON, E.G. BALSEIRO, B.R. HARGREAVES, B. MODENUTTI, R. MOELLER, et C. QUEIMALINOS, 1995. The attenuation of solar UV radiation in lakes and the role of dissolved organic carbon. *Limnology and Oceanography*, 40: 1381-1391.
- OHTSU, K. et S.-I. UYE, 2013. Bloom or non-bloom in the giant jellyfish *Nemopilema nomurai* (Scyphozoa: Rhizostomeae): roles of dormant podocysts. *Journal of plankton research*, 35: 213-217.
- PENNAK, R.W., 1956. The fresh-water jellyfish *Craspedacusta* in Colorado with some remarks on its ecology and morphological degeneration. *Transactions of the American microscopical society*, 75: 324-331.
- PRAIRIE, Y.T., C.M. DUARTE et J. KALFF, 1989. Unifying nutrient-chlorophyll relationships in lakes. *Canadian Journal of Fisheries Aquatic Sciences*, 46: 1176-1182.
- PURCELL, J.E., 2005. Climate effects on formation of jellyfish and ctenophore blooms: a review. *Journal of the marine biological association of the United Kingdom*, 85: 461-476.
- QUÉBEC MÉDUSES. 2014. Disponible en ligne à : <http://www.tonylesauteur.com>.
- QUÉBEC TOURISME, 2012. Le tourisme au Québec en bref. Disponible en ligne à : <http://www.tourisme.gouv.qc.ca/publications/media/document/etudes-statistiques/TQ-bref-2012.pdf>.
- R CORE TEAM, 2015. R: A language and environment for statistical computing, version 3.2.2 Vienne, Autriche.
- RAYMOND, A., 2007. Diagnose primaire du lac du Neuf. Rapport préparé pour la municipalité de Mont-Laurier. Services-Conseils Envir'Eau, Mont Laurier, Québec, 19 p.
- RAYNER, N. 1988. First record of *Craspedacusta sowerbyi* Lankester (Cnidaria: Limnomedusae) from Africa. *Hydrobiologia*, 162: 73-77.
- RICCIARDI, A. et H.J. MACISAAC, 2011. Impacts of biological invasions on freshwater ecosystems. Dans: Fifty years of invasion ecology: The legacy of Charles Elton (D.M. Richardson, éd.). Wiley-Blackwell, Oxford, R-U, p. 211-224.
- SIMONEAU, M., L. ROY et M. OUELLET, 2004. Info-lacs – Résultats de l'année 2003. Québec, ministère de l'Environnement, Direction du suivi de l'état de l'environnement, Envirodoq n° ENV/2004/0374, rapport n° QE/152, 14 p.
- SLOBODKIN, L.E. et P.E. BOSSERT, 1991. The Freshwater Cnidaria – or Coelenterates. Dans: THORP J.H. et A.P. COVICH (éd.). *Ecology and classification of North American freshwater invertebrates*. Academic Press, San Diego, p. 125-142.
- SNUCINS, E. et J. GUNN, 2000. Interannual variation in the thermal structure of clear and colored lakes. *Limnology and Oceanography*, 45: 1639-1646.
- STANKOVIĆ, I. et I. TERNEJ, 2010. New ecological insight on two invasive species: *Craspedacusta sowerbyi* (Coelenterata: Limnomedusae) and *Dreissenia polymorpha* (Bivalvia: Dreissenidae). *Journal of Natural History*, 44: 2707-2713.
- STEFANI, F., B. LEONI, A. MARIENI et L. GARIBALDI, 2010. A new record of *Craspedacusta sowerbyi*, Lankester 1880 (Cnidaria, Limnomedusae) in Northern Italy. *Journal of Limnology*, 69: 189-192.
- WETZEL, R.G., 2001. *Limnology Lake and River Ecosystems*. 3<sup>rd</sup> edition. Academic Press, California, 1006 p.
- XU, S. et D. WANG, 2009. Life cycle of *Craspedacusta sowerbyi xinyangensis*. *Current Zoology*, 55: 227-234.

# Évaluation de l'importance écologique de 9 étangs vernaux dans Gatineau, Québec

Caroline Piché, Nathalie Bussièrès et Josée Soucie

## Résumé

Nous avons évalué l'importance écologique de 9 étangs vernaux de Gatineau (Québec) en utilisant la méthode proposée par Calhoun et collab. (2005). L'un d'eux, situé au nord de la forêt Boucher, s'est démarqué par la richesse et l'abondance de sa faune amphibienne ainsi que par la présence de 4 espèces en situation précaire ou préoccupante. Cet étang atteint la valeur biologique maximale selon la grille d'évaluation utilisée. Nous formulons des recommandations de gestion dans un contexte d'urbanisation.

**MOTS CLÉS:** amphibiens, étangs vernaux, importance écologique, protection, urbanisation

## Abstract

During the present study, 9 vernal pools situated in Gatineau (Québec, Canada) were assessed for their ecological value using the method proposed by Calhoun *et al.* (2005). One of the pools, which was located to the north of Boucher Forest, stood out in terms of the richness and abundance of the amphibians present, and included 4 species at risk or of special concern. This pool obtained the highest biological value based on the assessment criteria used. Management recommendations in the context of urban development are provided.

**KEYWORDS:** amphibians, conservation, ecological value, vernal pool, urban landscape

## Introduction

Les étangs vernaux sont des étangs peu profonds formés par l'inondation saisonnière de dépressions. Ils s'assèchent périodiquement chaque année ou lors d'années de sécheresse. Ils n'ont pas de lien permanent avec le réseau hydrologique de surface et n'abritent pas de population résidente de poissons. Ils recèlent une faune et une flore riches, composées d'espèces généralistes, mais aussi d'espèces se trouvant uniquement dans ce type de milieu (Colburn, 2004). C'est le cas, chez les invertébrés, des crevettes éphémères (crustacés branchiopodes de l'ordre des *Anostraca*) qui ne survivent que dans les plans d'eau qui s'assèchent de manière récurrente et qui sont exempts de poissons (Colburn et collab., 2008).

L'écologie des étangs vernaux est indissociable du milieu environnant, ici le milieu forestier. Les étangs vernaux sont essentiels dans le cycle vital de certaines espèces d'amphibiens qui vivent en forêt et qui les utilisent obligatoirement en période de reproduction (Semlitsch et Skelly, 2008). C'est le cas, au Québec, de la grenouille des bois (*Lithobates (Rana) sylvaticus*), la salamandre maculée (*Ambystoma maculatum*) et la salamandre à points bleus (*Ambystoma laterale*) (Coulombe, 2012). Tous les groupes de vertébrés terrestres vivant en milieu forestier utilisent les étangs vernaux de manière facultative, comme refuge ou comme aire d'alimentation (Mitchell et collab., 2008). Les étangs vernaux permettent aussi la dispersion d'espèces fauniques en agissant comme relais (*stepping stone*) entre les plans d'eau et les milieux humides. Ils produisent une biomasse importante qui est exportée vers le milieu forestier, principalement par le biais des invertébrés et des amphibiens. En somme, ils jouent un rôle clé dans l'écologie forestière (Hunter, 2008).

La protection des étangs vernaux pose de nombreux défis. Premièrement, ils sont difficiles à localiser à grande échelle à l'aide des méthodes conventionnelles de photo-interprétation en raison de leur nature éphémère, de leur taille généralement petite (< 0,1 ha) et du fait qu'ils sont dissimulés sous le couvert forestier. Au Québec, Varin et collab. (2014) et Richard et Ouellet (2015) ont développé des méthodologies permettant de cartographier à grande échelle des étangs vernaux potentiels. Une validation sur le terrain demeure toujours nécessaire pour confirmer leur présence et en évaluer la valeur biologique. En 2010, la ville de Gatineau a inventorié tous ses milieux humides et en a évalué la valeur écologique (AECOM TecSult Inc., 2010). L'approche employée ne permettait pas d'identifier les milieux de taille inférieure à 0,05 ha ou 0,5 ha selon les secteurs, ce qui peut correspondre à plusieurs étangs vernaux. De plus, le critère le plus important pour l'estimation de la valeur écologique était la superficie (40 % de la note finale). Certains petits étangs vernaux potentiellement présents sur le territoire de Gatineau ont ainsi pu échapper à l'inventaire, ou encore s'y être vus attribuer une faible valeur écologique en raison de leur taille réduite.

Puisqu'ils ne sont pas clairement identifiés et que leur valeur écologique n'est pas nécessairement reconnue, les étangs vernaux sont vulnérables. En milieu urbain, les étangs vernaux sont souvent perdus par drainage, remplissage ou modification générale de l'hydrologie. De plus, leur valeur

Caroline Piché, Nathalie Bussièrès et Josée Soucie sont des naturalistes généralistes. Elles ont réalisé cette étude à titre indépendant et bénévole.

[pichefisette@sympatico.ca](mailto:pichefisette@sympatico.ca)

écologique peut être grandement compromise par la perte et la fragmentation du milieu forestier environnant (Windmiller et Calhoun, 2008).

En effet, les étangs vernaux ont besoin, pour demeurer écologiquement fonctionnels, de la préservation d'un environnement terrestre beaucoup plus large que la bande de protection de 15 m accordée à la protection des milieux humides de Gatineau (Ville de Gatineau, 2011 et 2014). Les amphibiens inféodés aux étangs vernaux sont sensibles non seulement à la perte des étangs, mais aussi à la perte ou à la fragmentation du milieu forestier ainsi qu'à la perte de connectivité avec d'autres étangs vernaux (Baldwin et deMaynardier, 2009). L'habitat terrestre minimal pour les amphibiens se reproduisant dans les étangs vernaux s'établit dans une bande s'étendant de 150 à 300 m au-delà des limites de l'étang (p. ex., Baldwin et collab., 2006; Homan et collab., 2004; Regosin et collab., 2005). La protection de larges territoires forestiers favoriserait également, de manière générale, tous les vertébrés utilisant les étangs vernaux et autres milieux humides (Quesnelle et collab., 2015).

Une meilleure planification du développement par les instances municipales permettrait de préserver, non pas nécessairement tous les étangs vernaux, mais au moins ceux présentant la plus haute valeur écologique. Calhoun et collab. (2005) ont établi un guide de bonnes pratiques (GBP) qui incite les autorités locales à : 1) identifier leurs étangs vernaux en amont des activités de développement urbain; 2) les prioriser selon leur importance écologique et 3) établir des mesures de protection selon le rang de priorité de chaque étang. Cette approche repose sur l'évaluation de critères biologiques mesurés à même l'étang et de critères liés à l'intégrité de l'étang

et du milieu terrestre environnant. Elle peut être adaptée régionalement et appliquée par des participants ayant reçu un entraînement minimal (Oscarson et Calhoun, 2007). Les recommandations de gestion réunies dans le GBP touchent autant les étangs vernaux que le milieu terrestre environnant.

La présente étude vise à localiser des étangs vernaux sur le territoire de la ville de Gatineau, à évaluer leur valeur biologique et leur intégrité et à leur accorder un rang de priorité de protection en utilisant le GBP de Calhoun et collab. (2005). Nous évaluons, à petite échelle, la pertinence de cet outil pour le contexte du sud du Québec, ainsi que la faisabilité de son utilisation par une équipe de naturalistes. Nous proposons des recommandations à la Ville de Gatineau pour protéger ses étangs vernaux ayant la plus grande importance écologique.

### Aire d'étude et méthodologie

Nous avons concentré l'effort d'inventaire dans 2 zones faisant partie d'écoterritoires et de corridors écologiques (Ville de Gatineau, 2015) soit le secteur A (forêt Boucher) et le secteur G (ouest du lac Beauchamp) (figure 1). Le secteur A se situe sur assise calcaire dans les basses-terres du Saint-Laurent (SIGÉOM, 2016). Il est en partie sur territoire municipal, en partie sur propriété privée. La Municipalité souhaite y créer le parc municipal de la Forêt-Boucher (Ville de Gatineau, 2015). Les limites précises du parc ainsi que l'encadrement du développement urbain dans l'écoterritoire qui le jouxte seront définis dans le plan d'urbanisme et les règlements municipaux présentement en cours de révision (Ville de Gatineau, 2016). Le secteur G se situe sur le bouclier canadien (SIGÉOM, 2016). Il fait entièrement partie d'un parc municipal à vocation récréative (Ville de Gatineau, 2016).

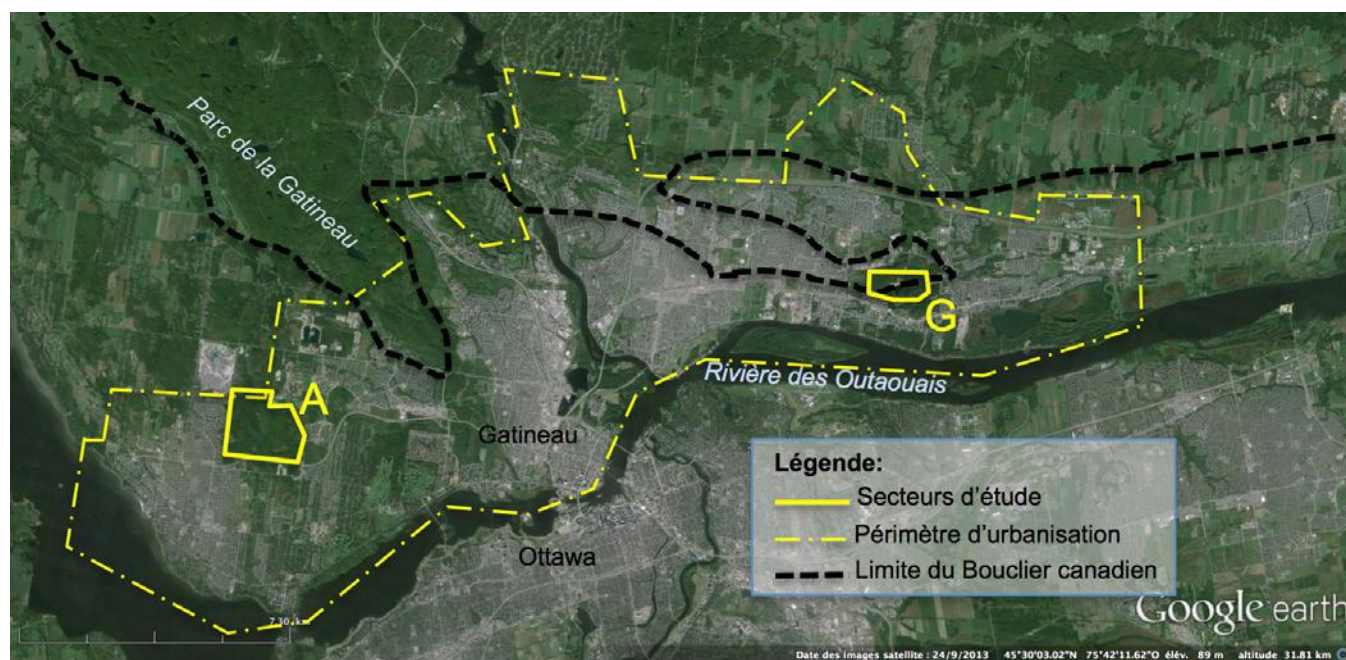


Figure 1. Emplacement général des sites à l'étude (image GoogleEarth 2013-09-24). La ligne pointillée noire indique la limite approximative entre 2 écozones : le Bouclier canadien, au nord, et les basses-terres du Saint-Laurent, au sud. Le trait mixte pâle indique les limites du périmètre d'urbanisation (Ville de Gatineau, 2015).

### Localisation des étangs vernaux

Nous avons parcouru les sentiers de ces secteurs au moins une fois à la fin d'avril et une fois au début de mai 2014 en recherchant, de manière visuelle et auditive, sans protocole d'écoute particulier, les étangs qui comptaient au moins une espèce indicatrice parmi les 4 proposées pour le Québec (Coulombe, 2012). Ce sont des espèces obligées des étangs vernaux, qui ne peuvent accomplir leur cycle de vie que dans ce type de milieu. Les 3 espèces d'amphibiens indicateurs étaient la grenouille des bois (localisation par le chant et recherche de masses d'œufs), la salamandre maculée et la salamandre à points bleus (recherche de masses d'œufs). Les amphibiens et leurs œufs ont été identifiés avec l'assistance de l'équipe de l'Atlas des amphibiens et des reptiles du Québec (AARQ, 2016).

La crevette éphémère était l'espèce invertébrée indicatrice. Environ 30 spécimens mâles sexuellement matures (antennes hypertrophiées) ont été échantillonnés dans chacun des étangs à l'aide d'une époussette entre le 10 et le 15 mai en 2014 et en 2015. Cette période se situait environ 4 semaines après la fonte de la glace dans l'étang et correspondait approximativement à la période de feuillaison des arbres. Les crevettes éphémères ont été identifiées à l'aide de Dodson et collab. (2010) et Belk (1975). L'identification a été validée par Walter Bertacchi (Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs) et Sébastien Nadeau (Agence régionale de mise en valeur des forêts privées du Bas-Saint-Laurent). Nous n'avons pas dénombré les crevettes éphémères.

Nous avons fait au moins une autre visite dans chacun des étangs au mois de septembre 2014, 2015 et 2016 afin d'observer le degré d'assèchement et de confirmer le caractère éphémère des étangs. Nous y avons aussi caractérisé la flore dominante (tableau 1). Les étangs du secteur A ont été visités 13 fois en 2014, 11 fois en 2015 et 1 fois en 2016. Ceux du secteur G, 2 fois en 2014, 3 fois en 2015 et 1 fois en 2016. Les coordonnées géographiques de chaque étang et leur superficie ont été relevées à l'aide d'un GPS (tableau 1).

### Valeur biologique

Les critères considérés dans le cadre de cette approche sont, pour l'évaluation de la valeur biologique : la présence d'amphibiens indicateurs (au moins 2 espèces), le nombre de masses d'œufs d'amphibiens (au moins 25) et la présence d'espèces en situation précaire ou préoccupante au Québec ou au Canada.

Les masses d'œufs ont été dénombrées jusqu'à l'atteinte du nombre 25 en parcourant le contour de chacun des étangs et en le traversant en son point le plus large en avril et mai 2014 (tableau 2). En plus des espèces indicatrices, nous avons recherché 2 espèces fauniques reconnues pour utiliser les étangs vernaux bien qu'elles n'y soient pas exclusives (Colburn, 2004) : la rainette faux-grillon de l'Ouest (*Pseudacris triseriata*), espèce désignée vulnérable au Québec et menacée au Canada (localisation par le chant en avril) et la salamandre à 4 orteils (*Hemidactylium scutatum*), espèce susceptible d'être désignée menacée ou vulnérable au Québec (recherche de nids en mai, Desroches et Pouliot, 2005).

En septembre 2016, nous avons aussi recherché la présence du leptoge des terrains inondés (*Leptogium rivulare*), un lichen désigné espèce préoccupante au Canada qui ne pousse que sur les substrats périodiquement inondés, généralement l'écorce des arbres au bord d'étangs, de cours d'eau ou dans des forêts marécageuses inondées au printemps (COSEPAC, 2004). L'identification du leptoge des terrains inondés a été confirmée par Troy McMullin, du Musée canadien de la nature.

L'observation fortuite d'autres espèces en situation précaire a été notée et documentée au moyen de photographies.

### Intégrité du milieu terrestre

Les critères d'évaluation pour l'intégrité du milieu terrestre sont : 1) l'intégrité du milieu dans le périmètre immédiat de l'étang (rayon de 30 m), où les routes ou autres infrastructures ne doivent pas occuper plus de 25 % de la superficie et 2) l'intégrité du milieu dans un rayon de 230 m, où les routes ou autres infrastructures ne doivent pas occuper plus de 50 % de la superficie. Les 2 derniers critères ont été estimés visuellement à partir d'images GoogleEarth à haute définition acquises le 19 avril 2016, soit après la fonte des neiges et avant la feuillaison, au moment de l'année où les étangs vernaux et les diverses perturbations (routes, stationnements, chemin de fer) sont tous le plus facilement repérables (figure 2).

### Priorisation

Le rang de priorité de protection, directement associé à l'importance écologique des étangs vernaux, a été déterminé à l'aide de la grille établie par Calhoun et collab. (2005) (tableau 3).

## Résultats

### Secteur A

Nous avons localisé 3 étangs vernaux faisant partie d'un même complexe dans le secteur A (tableau 1). Ces étangs sont tantôt dominés par des essences feuillues (érable argenté, *Acer saccharinum*, et frêne noir, *Fraxinus nigra*), tantôt par le thuya (*Thuja occidentalis*). Ils font partie d'un grand milieu humide complexe à valeur écologique très élevée, majoritairement composé de marécage forestier, répertorié par la Ville de Gatineau (AECOM TecSult Inc., 2010).

L'étang A1 (figure 3) est un site de ponte pour les 4 espèces indicatrices recherchées (tableau 2). En mai 2014 et mai 2015, cet étang a aussi été le site d'observation de 3 espèces fauniques en situation précaire ou préoccupante : 1) La tortue mouchetée (*Emydoidea blandingii*), espèce désignée menacée au Québec et au Canada; 2) le quiscale rouilleux (*Euphagus carolinus*), espèce d'oiseau susceptible d'être désignée menacée ou vulnérable au Québec et espèce préoccupante au Canada; 3) l'aesche pygmée (*Gomphaeschna furcillata*), espèce de libellule susceptible d'être désignée menacée ou vulnérable au Québec. Nous y avons aussi relevé la présence du leptoge des terrains inondés, espèce de lichen désignée préoccupante au Canada, à la base de plus d'une centaine de troncs d'érables argentés et de frênes noirs.

Tableau 1. Emplacement et caractéristiques de base des étangs vernaux (EV).

EV	Coordonnées géo. (NAD 83) en degrés décimaux	Superficie (m <sup>2</sup> )	Profondeur maximale <sup>1</sup> Hydropériode <sup>2</sup>	Flore dominante dans l'étang
A1	-75,830117; 45,42673	13481	C/Al	<b>Couvert forestier:</b> érable argenté, frêne noir <sup>3</sup> , thuya occidental <b>Végétation arbustive/herbacée:</b> cornouiller stolonifère ( <i>Cornus stolonifera</i> ), nerprun bourdaine ( <i>Frangula alnus</i> )/ scirpe souchet ( <i>Scirpus cyperinus</i> ), carex de Tuckerman ( <i>Carex tuckermanii</i> ), carex réfléchi ( <i>Carex retrorsa</i> ), thélyptère des marais ( <i>Thelypteris palustris</i> ), bident feuillu ( <i>Bidens frondosa</i> )
A2	-75.829999; 45.425217	1012	B/Ac	<b>Couvert forestier:</b> thuya occidental, peuplier faux-tremble ( <i>Populus tremuloides</i> ), peuplier deltoïde ( <i>Populus deltooides</i> ) <b>Végétation arbustive:</b> aucune <b>Végétation herbacée:</b> prêle d'hiver ( <i>Equisetum hyemale</i> ), prêle panaché ( <i>Equisetum variegatum</i> )
A3	-75.829117; 45.425527	36	A/Ac	<b>Couvert forestier:</b> thuya occidental <b>Végétation arbustive:</b> aucune <b>Végétation herbacée:</b> bident feuillu, bident penché ( <i>Bidens cernua</i> )
G1	-75,623028; 45,4925	256	C/Al	<b>Couvert forestier:</b> érable rouge ( <i>Acer rubrum</i> ), orme rouge ( <i>Ulmus rubra</i> ), frêne rouge ( <i>Fraxinus pennsylvanica</i> ) <sup>3</sup> <b>Végétation arbustive/herbacée:</b> nerprun bourdaine/ thélyptère des marais, bident feuillu, bident penché, carex ( <i>Carex</i> sp.)
G2	-75,623194; 45,492917	81	B/Ac	<b>Couvert forestier:</b> frêne rouge <sup>3</sup> , frêne noir <sup>3</sup> , érable rouge <b>Végétation arbustive/herbacée:</b> nerprun bourdaine/scirpe souchet
G3	-75,623639; 45,493132	26	B/Ai	<b>Couvert forestier:</b> peuplier faux-tremble, peuplier deltoïde, frêne rouge <b>Végétation arbustive/herbacée:</b> saule ( <i>Salix</i> sp.), cornouiller stolonifère, nerprun bourdaine/ scirpe souchet
G4	-75,622806; 45,493583	654	B/Ac	<b>Couvert forestier:</b> frêne rouge <sup>3</sup> , frêne noir, orme rouge, peuplier faux-tremble <b>Végétation arbustive/herbacée:</b> houx verticillé ( <i>Ilex verticillata</i> )/ boehméria cylindrique ( <i>Boehmeria cylindrica</i> ), renouées ( <i>Persicaria</i> spp.), bident feuillu, scirpe souchet
G5	-75,626389; 45,491806	2393	C/Al	<b>Couvert forestier:</b> érable rouge, érable argenté, bouleau jaune ( <i>Betula alleghanensis</i> ), frêne rouge <sup>3</sup> , frêne noir <sup>3</sup> <b>Végétation arbustive/herbacée:</b> houx verticillé, cornouiller stolonifère, aulne rugueux ( <i>Alnus rugosa</i> )/ thélyptère des marais, onoclée sensible ( <i>Onoclea sensibilis</i> ), osmonde royale ( <i>Osmunda regalis</i> ), berle douce ( <i>Sium suave</i> ), carex, bident feuillu, renouées
G6	-75,625806; 45,489083	624	B/Ac	<b>Couvert forestier:</b> frêne rouge <sup>3</sup> , peuplier faux-tremble, érable rouge <b>Végétation arbustive:</b> aucune <b>Végétation herbacée:</b> thélyptère des marais, boehméria cylindrique

1. Profondeur maximale A: 0-30 cm; B: 30-90 cm; C: 90-150 cm; D: > 150 cm.

2. Ai: annuel (longueur du cycle inconnue), Al: Annuel, cycle long; Ac: Annuel, cycle court; SP: semi-permanent (sèche seulement lors d'années de sécheresse); P: Permanent.

3. Arbres dépérissants ou morts à la suite d'une infestation par l'agrile du frêne (*Agrilus planipennis*).

Tableau 2. Espèces indicatrices d'étangs vernaux.

Étang vernal	Espèces indicatrices d'étangs vernaux			
	Crevette éphémère <sup>1</sup>	Salamandre à points bleus <sup>2</sup>	Salamandre maculée <sup>2</sup>	Grenouille des bois <sup>2</sup>
A1	+	> 25	8	> 25
A2	+	> 25	–	2
A3	+	5	–	2
G1	+	12	–	–
G2	+	20	–	–
G3	+	8	–	–
G4	+	> 25	–	–
G5	+	> 25	–	–
G6	+	> 25	–	–

1. Présence (+)/absence (-) en 2014.

2. Nombre de masses dénombrées en 2014.

Les étangs A2 et A3 sont des sites de ponte pour 3 espèces indicatrices. L'étang A3 est une mare peu profonde située dans une ornière de véhicule tout-terrain (VTT). En 2014, année particulièrement pluvieuse, l'étang A3 est demeuré inondé suffisamment longtemps pour permettre le développement des amphibiens, mais ce ne fut pas le cas en 2015.

Le milieu terrestre (rayon de 230 m) autour de chacun des étangs A1, A2 et A3 se compose d'une érabièrre, d'une forêt mixte, d'une cédrière et d'une typhaie. Il n'est pas perturbé, à l'exception d'un sentier de VTT qui le traverse. Chacun de ces

étangs atteint un rang de priorité de protection maximal (I, premier tiers) selon la méthode de Calhoun et collab. (2005) (tableau 4).

### Secteur G

Nous avons localisé 6 étangs vernaux faisant partie d'un même complexe dans le secteur G (tableau 1). Ils sont situés au sein d'une forêt de feuillus dominée par l'érable à sucre (*Acer saccharum*). Ces étangs sont des sites de ponte pour 2 espèces indicatrices (tableau 2).

L'étang G1 est adossé à un terrain de stationnement. Quant au petit étang G3, il se situe dans une dépression creusée entre le remblai d'un chemin de fer et celui d'un sentier piétonnier. L'environnement immédiat de ces 2 étangs (rayon de 30 m) est développé sur plus de 25 % de sa superficie. Les étangs G1, G2 et G3 obtiennent un rang de priorité de protection faible (III, dernier tiers) selon le système de classement de Calhoun et collab. (2005). Les étangs G4, G5 et G6 obtiennent un rang de priorité de protection élevé (I, premier tiers, tableau 4).

### Discussion

#### Localisation

L'approche utilisée ici a permis d'identifier 2 complexes d'étangs vernaux qui n'étaient pas répertoriés par la Ville de Gatineau. Il est possible que d'autres étangs soient présents dans ces secteurs et ailleurs sur le territoire municipal, mais que nous ne les ayons pas repérés en raison de leur éloignement des sentiers parcourus ou parce que leur faune indicatrice aurait échappé à notre attention. L'utilisation d'outils géomatiques (Varin et collab., 2014; Richard et Ouellet, 2015) permettrait de repérer davantage d'étangs vernaux potentiels et de mieux orienter les travaux de terrain. Il serait essentiel d'utiliser de tels outils pour cartographier les étangs vernaux à l'échelle municipale ou régionale. Oscarson et Calhoun (2007) soulignent néanmoins qu'il est important de prévoir un mécanisme pour ajouter des étangs vernaux ayant échappé à la cartographie et dont des naturalistes ou des citoyens pourraient relever fortuitement la présence.

Les critères biologiques utilisés pour valider la présence d'étangs vernaux sur le terrain semblent appropriés pour notre région. Toutefois, la fenêtre



Figure 2. Emplacement des étangs vernaux a) du secteur A (forêt Boucher); b) du secteur G (lac Beauchamp) (images Google Earth, 2016-04-19).



de temps à l'intérieur de laquelle ces critères peuvent être observés est très courte, et la présence d'espèces indicatrices peut fluctuer d'une année à l'autre (Burne et Lathrop, 2008).

**Tableau 3. Détermination de la priorité de protection des étangs vernaux (tiré de Calhoun et collab., 2005).**

Valeur biologique: Nombre de questions avec la réponse « Oui » au tableau 4	Intégrité du milieu terrestre: Nombre de questions avec la réponse « Oui » au tableau 4	Rang de priorité de protection (I à III, en ordre décroissant)
1-3	2	I
1-3	1	II
1-3	0	III
0	1-2	III

### Valeur biologique

L'approche naturaliste employée dans le cadre de la présente étude, qui impliquait des participants ayant reçu une formation minimale et dépourvus d'équipement spécialisé, a permis l'observation des critères biologiques proposés par Calhoun et collab. (2005). Un étang, A1, s'est démarqué par sa richesse biologique. Cet étang de grandes dimensions comprend une grande variété d'habitats, tant dans sa portion inondée que dans sa portion terrestre, ce qui explique peut-être en partie le grand nombre d'espèces qui y ont été observées. La présence d'une seule espèce d'amphibien indicateur dans le complexe d'étangs du secteur G témoigne d'une valeur biologique certaine, mais moindre que celle du complexe identifié dans le secteur A. L'absence de grenouille des bois dans ce secteur pourrait être attribuable au fait que le milieu terrestre environnant ne comprend pas, contrairement



Caroline Piché



Caroline Piché

**Figure 3. Étang A1 photographié A) le 15 mai 2015 et B) le 16 septembre 2014.**

**Tableau 4. Évaluation et priorisation des étangs vernaux selon la méthode de Calhoun et collab. (2005).**

EV	Valeur biologique			Intégrité du milieu terrestre		Rang de priorité de protection <sup>2</sup>
	Présence d'espèce à statut précaire	Présence et reproduction de plus de 2 espèces d'amphibiens indicateurs	Présence de > 25 masses d'œufs d'amphibiens	> 75 % de l'environnement immédiat (rayon 30 m) non développé <sup>1</sup>	> 50 % du milieu terrestre (rayon 230 m) non développé <sup>1</sup>	
A1	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	I
A2	Non	Oui	Oui	Oui	Oui	I
A3	Non	Oui	Non	Oui	Oui	I
G1	Non	Non	Non	Non	Oui	III
G2	Non	Non	Non	Oui	Oui	III
G3	Non	Non	Non	Non	Oui	III
G4	Non	Non	Oui	Oui	Oui	I
G5	Non	Non	Oui	Oui	Oui	I
G6	Non	Non	Oui	Oui	Oui	I

1. « Non développé » désigne un terrain sans routes ou autres infrastructures. Il peut s'agir d'un terrain boisé ou agricole.

2. Rang de priorité I : premier tiers; II : deuxième tiers; III : dernier tiers.

au secteur A, de forêts marécageuses que cette espèce utilise lors de l'estivation (Baldwin et collab., 2006).

Parmi les espèces en situation précaire que nous recherchons, seul le leptogé des terrains inondés a été observé. Cette observation dans l'étang A1 est d'un intérêt particulier, puisque la présence de ce lichen au Québec n'a été documentée que très récemment (Jean Gagnon, communication personnelle) et qu'aucun site québécois n'est présentement désigné dans le programme de redressement de l'espèce au Canada (Environnement Canada, 2013). La plupart des étangs vernaux où pousse le leptogé des terrains inondés seraient situés sur assise calcaire, ce qui est le cas de l'étang A1, mais pas des étangs du secteur G. Il serait important de documenter la taille de cette population de lichen et d'en faire le suivi. Il serait également intéressant de caractériser de manière plus complète la flore vasculaire et invasculaire ainsi que les lichens des étangs vernaux identifiés, particulièrement dans le secteur A qui, par la nature de son sous-sol, est plus susceptible de receler des espèces calcicoles rares. Ces observations pourraient rehausser encore davantage la valeur biologique de ces étangs.

La rainette faux-grillon de l'Ouest a été entendue dans plusieurs milieux humides du secteur G, par exemple dans des étangs permanents ou des fossés en milieu ouvert ou semi-ouvert, mais dans aucun des étangs vernaux décrits ici. Nous n'avons pas étudié ces milieux qui sont déjà répertoriés (Gagné, 2010) et qui font l'objet d'un suivi par l'équipe du ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (Jocelyn Caron, communication personnelle).

La présence de crevettes éphémères n'est pas un critère pour l'évaluation de la valeur biologique selon la méthode de Calhoun et collab. (2005). Oscarson et Calhoun (2007) proposent toutefois de l'ajouter comme critère, comme le fait l'État du Maine, aux États-Unis, pour identifier ses étangs vernaux significatifs (Mahaney et Klemens, 2008). L'espèce *Eubbranchipus bundyi* que nous avons trouvée dans tous les étangs vernaux à l'étude est la même que celle trouvée par Doran (1999) dans les étangs vernaux de la municipalité avoisinante de Senneville (Québec) et serait l'espèce dominante dans le nord-est de l'Amérique du Nord (Colburn, 2004). La présence de crevettes éphémères peut toutefois être sporadique (Donald, 1983). De plus, celles-ci peuvent se trouver dans des étangs vernaux peu propices à la faune amphibiennne, comme des mares d'ornières (A3), grâce à leur dispersion par diverses espèces fauniques qui transportent leurs œufs enkystés. La présence de crevettes éphémères ne semble donc pas être un bon critère pour évaluer la valeur biologique des étangs vernaux de notre région. Il serait néanmoins intéressant d'acquérir plus de données sur cet invertébré peu étudié au Québec, de même que sur les autres invertébrés, largement inconnus, qui utilisent les étangs vernaux (Colburn et collab., 2008).

### **Intégrité du milieu terrestre**

L'utilisation d'outils géomatiques permettrait de tracer les polygones de milieu terrestre avec plus de précision que la méthode manuelle utilisée ici. Néanmoins, la méthode

employée a permis d'estimer l'intégrité du milieu terrestre avec assez de précision pour déterminer l'atteinte, ou non, des cibles établies par Calhoun et collab. (2005).

L'intégrité du milieu terrestre entourant les étangs du secteur A explique probablement, en partie, la valeur biologique élevée, de même que la bonne connectivité avec d'autres milieux humides et forestiers, un critère qui n'est pas pris en compte dans le GBP. La tortue mouchetée, espèce menacée semi-terrestre observée fortuitement à l'étang A1, peut fréquenter les étangs vernaux en période d'alimentation. Comme elle parcourt parfois de grandes distances, elle est particulièrement sensible à la fragmentation du territoire (St-Hilaire, 2003). Sa présence pourrait s'expliquer par la situation géographique de l'étang A1 à même un corridor écologique relié au parc de la Gatineau (Del Degan, Massé, 2012), secteur où cette espèce est présente (St-Hilaire, 2003), de même qu'à l'abondance et la bonne connectivité des milieux humides dans ce secteur (AECOM TecSult, 2010). Del Degan, Massé (2012) souligne toutefois que la fragmentation de ce corridor écologique par les axes routiers représente déjà en soi un enjeu pour la biodiversité.

Le milieu terrestre entourant les étangs du secteur G fait partie d'un parc municipal, mais n'est pas exempt de nombreuses perturbations anthropiques qui sont susceptibles d'avoir des effets négatifs sur la faune des étangs vernaux. Notamment, la présence de stationnements, de routes et d'un chemin de fer sur plus de 25 % du périmètre immédiat de l'étang (G1 et G3) et la fragmentation du milieu terrestre par une voie ferrée (G4) peuvent limiter le déplacement d'amphibiens d'un étang à l'autre et augmenter la mortalité routière (Gibbs et Shriver, 2005). Le gravier de route provenant de stationnements adjacents et observé dans le fond des étangs G1 et G6 peut alcaliniser le pH de l'eau et indique que d'autres contaminants particulièrement néfastes pour la faune amphibiennne, comme les sels de route et des hydrocarbures, pourraient aussi s'y trouver (Boone et Pauli, 2008). Les traitements annuels de démoustiquation à l'aide de l'agent de contrôle biologique *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* (Bti), appliqués à tous les étangs du secteur G, n'auraient pas d'effet direct sur les amphibiens et autres vertébrés. Cependant, en réduisant le nombre de larves de moustiques et de certains autres invertébrés, ils modifient le réseau trophique, ce qui pourrait avoir des répercussions indirectes sur plusieurs espèces forestières (Colburn, 2004).

### **Priorisation**

Six étangs parmi les 9 identifiés dans le cadre de la présente étude obtiennent un rang de priorité de protection maximal (I). Cela n'est pas surprenant puisque le travail de terrain se concentrait dans des territoires peu développés (Oscarson et Calhoun, 2007).

L'un des étangs de priorité I, A3, est une mare d'ornière de véhicule tout-terrain (VTT). La brièveté de sa période d'inondation ne permet pas aux amphibiens de compléter le cycle de vie chaque année. Cela serait souvent le cas d'étangs vernaux créés par des perturbations anthropiques qui représentent une trappe incitant des amphibiens à y pondre

sans chance de succès reproducteur (Colburn, 2004). Cette observation suggère que les critères d'évaluation de la valeur biologique pourraient être resserrés afin de mieux prioriser les étangs vernaux de notre région. Pour cela, des études suggèrent de relever le nombre minimal de masses d'œufs (Calhoun et collab., 2005). Windmiller et Calhoun (2008) soulignent l'importance de dénombrer les masses d'œufs d'amphibiens avec rigueur et dans un grand nombre d'étangs avant de déterminer le critère le plus approprié à l'échelle locale. Toutefois, comme le nombre de masses d'œufs et même la présence d'amphibiens indicateurs peuvent varier d'une année à l'autre, il convient d'appliquer le GBP avec souplesse (Oscarson et Calhoun, 2007).

La connectivité des étangs vernaux, entre eux et avec d'autres milieux humides et forestiers, est un élément important de leur importance écologique (Colburn, 2004) qui n'est pas utilisé comme critère dans le GBP. Une amélioration consisterait à identifier ces corridors, à prioriser les étangs vernaux qui en font partie et à les protéger (Baldwin et collab., 2006; Oscarson et Calhoun, 2007; Baldwin et collab., 2008).

### Recommandations de gestion

Les étangs vernaux identifiés dans le secteur A atteignent le rang de priorité de protection le plus élevé selon la grille utilisée. Calhoun et collab. (2005) recommandent aux municipalités de protéger les étangs de cette importance, si possible par l'acquisition de terrain. Comme les étangs A1 et A2 se situent en partie sur un territoire où la Ville de Gatineau souhaite créer le parc municipal de la Forêt-Boucher, nous recommandons à celle-ci d'inclure dans le parc ces étangs ainsi qu'une bande forestière d'environ 230 m dans leur pourtour. Le corridor écologique qui relie ces étangs aux autres milieux humides identifiés dans le secteur (AECOM TecSult, 2010) devrait aussi être reconnu et protégé, ce qui n'est pas le cas présentement (Ville de Gatineau, 2016). Les étangs du secteur G sont déjà protégés à même un parc et ne font l'objet d'aucune recommandation particulière.

D'une manière plus générale, nous recommandons à la Ville de Gatineau de dresser un inventaire de ses étangs vernaux et, peut-être en faisant appel à la science citoyenne, d'en évaluer l'importance écologique. Nous recommandons à la Ville d'adopter le guide de bonnes pratiques de développement urbain à proximité d'étangs vernaux qui est présentement en vigueur dans plusieurs municipalités du Nord-Est américain (Calhoun et collab., 2005; Calhoun et Reilly, 2008). Ce guide invite les municipalités à proscrire tout développement dans les étangs vernaux importants écologiquement, particulièrement ceux atteignant une priorité I (premier tiers) ou II (deuxième tiers), ainsi que dans une bande de 30 m les entourant. Il définit ensuite les activités de développement qui pourraient avoir lieu dans la bande de 230 m à partir du bord de l'étang. De manière générale, on devrait viser la préservation d'au moins 75 % de cette zone libre de routes et autres infrastructures. Des mesures concrètes, par exemple au plan de la construction des routes et des fossés, y sont proposées pour mitiger les dommages du développement urbain sur la faune amphibienne (Calhoun et collab., 2005).

### Conclusion

Les étangs vernaux sont des milieux humides encore méconnus au Québec et dont l'importance écologique est clairement sous-estimée. Leurs caractéristiques et leur utilisation par la faune varient régionalement (Calhoun et collab., 2003), rendant importante l'acquisition de connaissances à l'échelle locale. Le présent projet a permis de tester, à petite échelle, une approche pour évaluer l'importance écologique d'étangs vernaux dans un contexte urbain. Un étang, A1, ressort nettement comme un étang de haute importance écologique à l'échelle municipale, et même provinciale et fédérale, de par les espèces en situation précaire qui s'y trouvent.

L'application de cette approche à l'échelle municipale ou régionale nécessiterait l'implication d'une personne ou d'un groupe pour la localisation d'étangs vernaux potentiels, la coordination, la formation et l'encadrement des participants au travail de terrain ainsi que la compilation des données. L'acquisition de données sur le terrain peut être faite par des participants de la communauté. Cette approche, en plus d'être efficace, peut s'avérer un bon exercice de sensibilisation et de mobilisation pour la protection des étangs vernaux (Oscarson et Calhoun, 2007; Calhoun et Reilly, 2008). Une collaboration accrue entre les diverses instances de recherche et décisionnelles (Hart et Calhoun, 2010) ainsi qu'un effort de sensibilisation des citoyens sont nécessaires à la conservation des étangs vernaux, à Gatineau comme ailleurs.

### Remerciements

Nous remercions Walter Bertacchi, du ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP), pour la revue de littérature, Walter et Sébastien Nadeau de l'Agence régionale de mise en valeur des forêts privées du Bas-Saint-Laurent pour leur aide avec l'identification des crevettes éphémères et pour la révision du manuscrit, Sébastien Rouleau et l'équipe de l'Atlas des amphibiens et des reptiles du Québec (AARQ) pour leur aide avec l'identification des œufs d'amphibiens, Majella Larochelle pour son aide à la localisation de nids de salamandre à 4 orverts, Frédéric Bédard pour l'inventaire d'oiseaux, Jean-Serge Vincent pour l'identification des carex, Jean Gagnon du MFFP et Troy McMullin du Musée canadien de la nature pour leur aide à la localisation et à l'identification du leptogé des terrains inondés. ◀

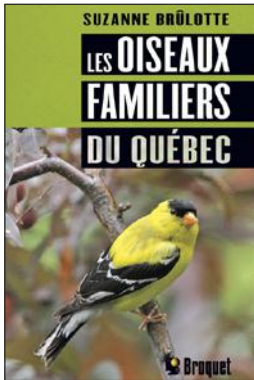
### Références

- AARQ, 2016. Atlas des reptiles et amphibiens du Québec. Disponible en ligne à : <http://www.atlasamphibiensreptiles.qc.ca> [Visité le 16-09-23].
- AECOM TECSULT Inc., 2010. Inventaire des milieux humides et des cours d'eau. Volet 1 : Inventaire et évaluation écologique des milieux humides. Rapport présenté à la ville de Gatineau, Module urbanisme et développement durable, Division planification du territoire, 46 p. + annexe.
- BALDWIN, R.F., A.J.K. CALHOUN et P.G. DEMAYNADIER, 2006. Conservation planning for amphibian species with complex habitat requirements: A case study using movements and habitat selection of the wood frog *Rana sylvatica*. *Journal of Herpetology*, 40(4): 442-453.
- BALDWIN, R.F., K.P. BELL et E.W. SANDERSON, 2008. Spatial tools for conserving pool-breeding amphibians: an application of the landscape species approach. Dans : A.J.K. CALHOUN, A.J.K. et P.G. DEMAYNADIER (édit.). *Science and conservation of vernal pools in Northeastern North America*, CRC Press, Boca Raton, FL, p. 281-297.

- BALDWIN, R.F. et P.G. DEMAYNADIER, 2009. Assessing threats to pool-breeding amphibian habitat in an urbanizing landscape. *Biological Conservation*, 142: 1628-1638.
- BELK, D., 1975. Key to the Anostraca (fairy shrimps) of North America. *The Southwestern Naturalist*, 20(1): 91-103.
- BURNE, M.R. et R.G. LATHROPE, 2008. Remote and field identification of vernal pools. Dans: CALHOUN, A.J.K. et P.G. DEMAYNADIER (édit.). *Science and conservation of vernal pools in Northeastern North America*, CRC Press, Boca Raton, FL, p. 55-68.
- BOONE, M.D. et B.D. PAULI, 2008. Chemical contamination of vernal pools. Dans: CALHOUN, A.J.K. et P.G. DEMAYNADIER (édit.). *Science and conservation of vernal pools in Northeastern North America*, CRC Press, Boca Raton, FL, p. 215-232.
- CALHOUN, A.J.K., T.E. WALLS, S.S. STOCKWELL et M. MCCOLLOUGH, 2003. Evaluating vernal pools as a basis for conservation strategies, a Maine case study. *Wetlands*, 23(1): 70-81.
- CALHOUN, A.J.K., N.A. MILLER et M.W. KLEMENS, 2005. Conserving pool-breeding amphibians in human-dominated landscapes through local implementation of Best development practices. *Wetlands Ecology and Management*, 13: 291-304.
- CALHOUN, A.J.K. et P. REILLY, 2008. Conserving vernal pool habitat through community based conservation. Dans: CALHOUN, A.J.K. et P.G. DEMAYNADIER (édit.). *Science and conservation of vernal pools in Northeastern North America*, CRC Press, Boca Raton, FL, p. 319-339.
- COLBURN, E.A., 2004. Vernal pools, Natural history and conservation, The McDonal & Woodward publishing company, Blacksburg, 426 p.
- COLBURN, E.A., S.C. WEEKS et S.K. REED, 2008. Diversity and ecology of vernal pool invertebrates. Dans: CALHOUN, A.J.K. et P.G. DEMAYNADIER (édit.). *Science and conservation of vernal pools in Northeastern North America*, CRC Press, Boca Raton, FL, p. 105-126.
- COULOMBE, D., 2012. Les étangs temporaires: Importants en permanence ! [dépliant]. Agence régionale de mise en valeur des forêts privées du Bas-Saint-Laurent, 6 p. Disponible en ligne à : [http://www.agence-bsl.qc.ca/Services\\_multiresources/Publications/Etang\\_temporaire\\_ARMVFPBLS.pdf](http://www.agence-bsl.qc.ca/Services_multiresources/Publications/Etang_temporaire_ARMVFPBLS.pdf).
- COSEPAC, 2004. Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur le leptogé des terrains inondés (*Leptogium rivulare*) au Canada. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada, Ottawa. vi + 33 p. ([www.registrelep.gc.ca/Status/Status\\_f.cfm](http://www.registrelep.gc.ca/Status/Status_f.cfm)).
- DEL DEGAN, Massé, 2012. Identification et caractérisation des corridors écologiques adjacents au parc de la Gatineau. Rapport final présenté à la Commission de la capitale nationale, 210 p.
- DESROCHES, J.-F. et D., POULIOT, 2005. La recherche de nids de la salamandre à quatre orteils (*Hemidactylum scutatatum*), une méthode simple et efficace pour trouver cette espèce rare au Québec. *Le Naturaliste canadien*, 129(2): 30-33.
- DODSON, S.L., C.E. CACERES et D.C. ROGERS, 2010. Cladocera and other Branchiopoda. Dans: THORP, J.H. et A.P. COVITCH (édit.). *Ecology and classification of North American freshwater invertebrates 3<sup>e</sup> édition*, Elsevier, London, p. 773-827.
- DONALD, D.B., 1983. Erratic occurrence of anostracans in a temporary pond: colonization and extinction or adaptation to variations in annual weather? *Revue canadienne de zoologie*, 61(7): 1492-1498.
- DORAN, B.R., 1999. The macroinvertebrate community of vernal pools in southwestern Quebec. Thèse de maîtrise, Université McGill, Montréal, 115 p.
- ENVIRONNEMENT CANADA, 2013. Programme de rétablissement du leptogé des terrains inondés (*Leptogium rivulare*) au Canada, Série de programmes de rétablissement de la Loi sur les espèces en péril, Environnement Canada, Ottawa, vii + 26 p.
- GAGNÉ, C., 2010. Plan de conservation de la rainette faux-grillon en Outaouais – Ville de Gatineau (Secteur Gatineau). Environnement Canada et Équipe de rétablissement de la rainette faux-grillon de l'Ouest au Québec, 52 p.
- GIBBS, J.P. et G. SHRIVER, 2005. Can road mortality limit populations of pool-breeding amphibians? *Wetland ecology and management*, 13: 281-289.
- HART, D.D. et A.J.K. CALHOUN, 2010. Rethinking the role of ecological research in the sustainable management of freshwater ecosystems. *Freshwater Biology*, 55 (Suppl. 1): 258-269.
- HOMAN, R.N., B.S. WINDMILLER et J.M. REED, 2004. Critical thresholds associated with habitat loss for two vernal pool-breeding amphibians. *Ecological Applications*, 14:1547-1553.
- HUNTER, M.L. Jr., 2008. Valuing and conserving vernal pools as small-scale ecosystems. Dans: CALHOUN, A.J.K. et P.G. DEMAYNADIER (édit.). *Science and conservation of vernal pools in Northeastern North America*, CRC Press, Boca Raton, FL, p. 1-8.
- MAHANEY, W.S. et M.W. KLEMENS, 2008. Vernal pool conservation policy: The federal, state and local context. Dans: CALHOUN, A.J.K. et P.G. DEMAYNADIER (édit.). *Science and conservation of vernal pools in Northeastern North America*, CRC Press, Boca Raton, FL, p. 193-212.
- MITCHELL, J.C., P.W.C. PATON et C.J. RAITHEL, 2008. The importance of vernal pools to reptiles, birds, and mammals. Dans: CALHOUN, A.J.K. et P.G. DEMAYNADIER (édit.). *Science and conservation of vernal pools in Northeastern North America*, CRC Press, Boca Raton, FL, p. 169-190.
- OSCARSON, D.M. et A.J.K. CALHOUN, 2007. Developing vernal pool conservation plans at the local level using citizen-scientists. *Wetlands*, 27(1): 80-95.
- QUESNELLE, P.E., K.E. LINDSAY et L. FAHRIG, 2015. Relative effects of landscape-scale wetland amount and landscape matrix quality on wetland vertebrates: A meta-analysis. *Ecological Applications*, 25(3): 812-825.
- REGOSIN, J.V., B.S. WINDMILLER, R.H. HOMAN et M. REED, 2005. Variation in terrestrial habitat use by four pool-breeding amphibian species. *Journal of Wildlife Management*, 69(4): 1481-1493.
- RICHARD, A. et J. OUELLET, 2015. Acquisition de connaissances sur l'abondance et la répartition des étangs vernaux sur le territoire forestier gaspésien. Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, Direction générale de la Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine, 23 p.
- SEMLITSCH, R.D. et D.K. SKELLY, 2008. Ecology and conservation of pool breeding amphibians. Dans: CALHOUN, A.J.K. et P.G. DEMAYNADIER (édit.). *Science and conservation of vernal pools in Northeastern North America*, CRC Press, Boca Raton, FL, p. 127-147.
- SIGÉOM, 2016. Système d'information géomineur du Québec, carte interactive disponible en ligne à : [http://siggeom.mines.gouv.qc.ca/signet/classes/l1108\\_afchCartelIntr?l=F](http://siggeom.mines.gouv.qc.ca/signet/classes/l1108_afchCartelIntr?l=F). [Visité le 16-02-02].
- ST-HILAIRE, D., 2003. Rapport sur la situation de la tortue mouchetée (*Emydoidea blandingii blandingii*) au Québec. Société de la faune et des parcs du Québec, Direction de l'aménagement de la faune de l'Outaouais, 27 p.
- VARIN, M., P. BOURNIVAL, I. DUCLOS et J. FINK, 2014. Identification d'étangs vernaux à l'aide du LiDAR et de la photo-interprétation. Centre d'enseignement et de recherche en foresterie de Sainte-Foy inc. (CERFO), Rapport 2014-02. 17 p. + 1 annexe.
- VILLE DE GATINEAU, 2011. Règlement numéro 511-6-2011 décrétant un contrôle intérimaire prohibant une construction, un ouvrage ou des travaux sur des terrains comportant un milieu humide sans une caractérisation préalable de la part d'un expert et d'une compensation en terrain, 11 p.
- VILLE DE GATINEAU, 2014. Règlement numéro 511-6-1-2014 modifiant le règlement de contrôle intérimaire numéro 511-6-2011 afin de permettre les compensations pécuniaires par la création d'un fonds dédié à l'acquisition de milieux naturels, d'appliquer exclusivement aux terrains vacants la bande supplémentaire de 15 m incluse à la définition des milieux humides présumés, d'étendre l'application des normes de compensation à l'ensemble des milieux humides connus, de renforcer la séquence d'atténuation « éviter, minimiser, compenser » et de définir les trois situations de milieux humides, 14 p.
- VILLE DE GATINEAU, 2015. Schéma d'aménagement et de développement révisé. Règlement numéro 2050-2016, 263 p. (carte: annexe E, plan de gestion des milieux naturels).
- VILLE DE GATINEAU, 2016. Règlement de plan d'urbanisme numéro 500. Compilation administrative au 7 mars 2016.
- WINDMILLER, B. et A. J.K. CALHOUN, 2008. Conserving vernal pool wildlife in urbanizing landscapes. Dans: CALHOUN, A.J.K. et P.G. DEMAYNADIER (édit.). *Science and conservation of vernal pools in Northeastern North America*, CRC Press, Boca Raton, FL, p. 233-251.

## Les livres

### Arbres et plantes forestières du Québec et des Maritimes



L'identification des arbres est souvent un exercice frustrant. Même si le Québec et les Maritimes abritent à peine une cinquantaine d'essences, le non-spécialiste qui utilise des clefs d'identification peinera régulièrement à mettre un nom sur le spécimen qui se trouve devant lui. Les raisons? Le vocabulaire technique utilisé dans les clefs, la subjectivité de certaines caractéristiques morphologiques diagnostiques et les variations dans la taille des feuilles, l'apparence de l'écorce et le port de l'arbre selon

l'âge du spécimen et le microhabitat où il vit. Les outils simples permettant de s'y retrouver dans l'univers des arbres et des plantes forestières sont donc des aides précieuses pour les non-initiés. C'est à ce besoin que veut répondre l'ouvrage *Arbres et plantes forestières du Québec et des Maritimes*, signé par Michel Leboeuf. Lancé en 2007, ce guide fait l'objet d'une seconde édition que l'éditeur Michel Quintin justifie par la nécessité d'une mise à jour de ce livre devenu une référence sur le sujet.

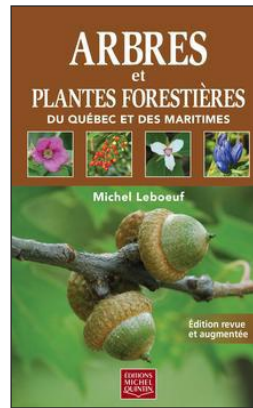
Le résultat est un guide renfermant des fiches signalétiques sur 47 essences d'arbres et 168 espèces d'arbustes, de plantes herbacées, de fougères, de prêles, de lycopodes, de bryophytes et de lichens. Chaque fiche est abondamment illustrée et fournit des informations succinctes sur la répartition géographique, la morphologie et l'habitat de l'espèce. La nouvelle édition compte une vingtaine de pages de plus que la version originale. L'auteur a ajouté 15 fiches signalétiques, dont l'une porte sur une nouvelle espèce au Québec, le platane occidental. Il a remplacé plusieurs photos en vue de faciliter l'identification de certaines espèces et il a mis à jour les changements à la classification et à la nomenclature des arbres survenus au cours de la dernière décennie. On trouve également, en annexe, des outils pour identifier les arbres en toutes saisons, soit une clef d'identification des arbres en été, une clef d'identification hivernale des feuillus, des photos de bourgeons de feuillus, des photos de tronc d'arbre et des illustrations du port de plusieurs essences.

Cet ouvrage est d'abord et avant tout un guide pratique d'identification destiné à vous accompagner sur le terrain. Certains lecteurs jugeront peut-être trop sommaires les descriptions de chaque espèce, mais il s'agit sans doute là d'un compromis incontournable pour conserver le format compact de ce compagnon d'excursion.

Leboeuf, Michel, 2016. *Arbres et plantes forestières du Québec et des Maritimes*, édition revue et augmentée. Éditions Michel Quintin, 416 p. (Prix régulier = 39,95 \$; membres de la Société = 32,75 \$)

Source : Jean Hamann

### Les oiseaux familiers du Québec



Voici un beau guide d'initiation à l'observation des oiseaux. Il est abondamment illustré d'excellentes photos qui présentent les espèces à plusieurs étapes de leur vie et sous différents aspects de leurs comportements.

Le livre contient des fiches d'information sur 40 espèces parmi les plus populaires et qui peuvent être observées facilement autour de chez soi. Source d'inspiration et d'anecdotes, ce guide se veut un compagnon de découverte plutôt qu'un guide d'identification formelle couvrant l'ensemble des espèces observables

dans une région. D'ailleurs, les espèces y sont présentées par habitat plutôt que par ordre taxonomique. C'est une approche intéressante pour l'observateur néophyte qui souhaite élargir ses horizons et partir à la découverte de nouveaux milieux. L'identification des espèces est facilitée par l'ajout systématique de photos de femelles et de juvéniles, souvent plus difficiles à distinguer que les mâles. Ce livre est l'œuvre toute personnelle de Suzanne Brûlotte (textes et photos) qui souhaite partager sa passion des oiseaux et élargir les connaissances de ses lecteurs sur la nature et sur les oiseaux en particulier.

Brûlotte, Suzanne, 2016. *Les oiseaux familiers du Québec*. Éditions Broquet, 176 p. (Prix régulier = 22,95 \$; membres de la Société = 18,85 \$)

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



Elisabeth Bossert

### 20 ans fêtés par une superbe journée printanière

La Société Provancher a accueilli plus de 150 personnes à la Réserve naturelle du Marais-Léon-Provancher de Neuville, le samedi 14 mai 2016. Le Mois de l'Arbre et des Forêts 2016 et les 20 ans de gestion du territoire par la Société Provancher étaient alors soulignés.

L'événement « 20 ans, ça se fête ! » s'adressait au grand public et il a permis de faire connaître le territoire ainsi que les projets qui s'y déroulent. Le reboisement était au menu avec la distribution au public de 200 plants de feuillus nobles offerts par le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs du Québec.

Au début de l'événement, un panneau éducatif décrivant le projet sur l'invasion par le roseau commun a été dévoilé par Réhaume Courtois, responsable de projet.

M. Courtois a présenté la Société Provancher puis expliqué l'objectif du projet et les différentes techniques utilisées pour freiner la propagation de cette plante envahissante. Le reboisement fait partie de ces techniques, et il a été possible de participer à la plantation de 250 saules, 200 aulnes et 800 mélèzes laricins autour des colonies de roseau sur le terrain. Une dizaine de reboiseurs bénévoles ont vaillamment travaillé à ce chantier du jour.

Certains visiteurs ont apprivoisé le circuit de BaladoDécouverte de printemps, alors que d'autres en ont profité pour observer les oiseaux en migration. Les feuilles des arbres commençant seulement à se déployer, les observations étaient facilitées partout sur le territoire dans les divers habitats. Au bord du fleuve, le grèbe esclavon a été aperçu et, à proximité du préau et du marais, nous pouvions voir l'oriole de Baltimore, le moqueur-chat et la grive des bois. Que dire également du butor d'Amérique dont la voix sourde étonne toujours !

La belle température était tonique et a contribué au succès de cette journée. La Société Provancher tient à remercier ses partenaires et tous les bénévoles qui ont participé à « 20 ans, ça se fête ! ». Un merci

spécial est adressé aux visiteurs qui ont gentiment fait des dons lors de leur passage. Les dons permettent à la Société Provancher de poursuivre ses interventions sur le territoire de la Réserve naturelle du Marais-Léon-Provancher.

Plus spécifiquement, le projet de contrôle du roseau commun est réalisé avec l'appui financier d'Environnement et Changement climatique Canada et de la Fondation de la Faune du Québec. La Société Provancher est également redevable au ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, au ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte aux Changements climatiques, à l'Université Laval, à l'Association des sauvaginiers de la grande région de Québec et aux nombreux bénévoles pour leur support professionnel, matériel et humain.

Source : Élisabeth Bossert et Réhaume Courtois, Société Provancher

### Une belle visibilité sur les Plaines d'Abraham !

Le 8 mai 2016, la Société Provancher était présente sur les Plaines d'Abraham pour la 21<sup>e</sup> édition de la Grande fête de la nature.

Cela a été une nouvelle occasion de rencontrer le public et de faire connaître la mission de notre organisme ainsi que les territoires que nous gérons.

Entre autres, comme vedettes, nos trois eiders à duvet naturalisés ont aidé les animateurs à faire la promotion du Parc naturel et historique de l'Île aux Basques.

Merci à Gilles Gaboury, Pierre-Martin Marotte et Robert Patenaude pour leur disponibilité et leur dynamisme lors de cet événement. Merci également à Céline Filteau qui a participé au montage du kiosque.

Malgré la pluie, plus de 1 000 personnes ont participé à la fête qui réunissait une trentaine d'exposants. Une belle visibilité !

Source : Société Provancher



Céline Filteau

De gauche à droite : Gilles Gaboury, Robert Patenaude et Pierre-Martin Marotte



Bethany Deshpande, boursière, et Robert Patenaude, président de la Société Provancher.

### Une bourse de 500 \$ remise à Mme Bethany Deshpande

Depuis plusieurs années, la Société Provancher contribue au Fonds Richard-Bernard de la Faculté des sciences et génie de l'Université Laval, pour encourager l'excellence d'étudiants gradués en biologie. À Québec, le 30 mars dernier, une bourse de 500 \$ a été remise à Bethany Deshpande par Robert Patenaude, président de la Société Provancher.

Travaillant au niveau doctoral sous la direction scientifique de Warwick F. Vincent, du Centre d'études nordiques, Mme Deshpande étudie la dynamique de l'oxygène et de la respiration microbienne des lacs de fonte du pergélisol subarctique. Félicitations à la boursière!

Source : Société Provancher

### Secrets partagés d'habitats

La Société Provancher a accueilli plus de 200 personnes à la Réserve naturelle du Marais-Léon-Provancher de Neuville, le samedi après-midi 24 septembre 2016. Avec une météo favorable, l'activité « Petit Blongios, roseau et compagnie! » a connu un réel succès.

L'activité était offerte au grand public et elle visait à faire connaître plusieurs habitats. Alors qu'Audrey Lachance du Bureau d'écologie appliquée présentait celui du Petit Blongios sur la digue, Marie-Noëlle Juneau de la Fondation québécoise de protection du patrimoine naturel (FQPPN) vantait celui de la gentiane de Victorin au bord du fleuve. Avis aux intéressés, la BaladoDécouverte d'été fait

honneur à cette plante très spéciale. <http://baladodecouverte.com/circuits/478/les-saisons-au-marais-provancher--lete>.

De son côté, Réhaume Courtois de la Société Provancher a partagé ses connaissances sur la perturbation des habitats avec l'exemple du roseau commun. À la réserve naturelle du Marais-Léon-Provancher, différentes techniques (coupe, installation de toiles, reboisement...) sont utilisées depuis 2013 pour freiner la propagation de cette plante envahissante. Le travail en ce sens se poursuit et nécessite plusieurs heures de bénévolat chaque année.

Pour initier grands et petits à l'ornithologie, la collaboration de Claire Bélanger du Club des ornithologues de Québec (COQ) a été grandement appréciée. Avec les lunettes d'approche, les jeunes s'étonnaient de voir autant de détails sur les oiseaux. Plus de 22 espèces d'oiseaux ont été observées, dont la sarcelle d'hiver, la gallinule poule d'eau et le grèbe à bec bigarré. Mais le petit blongios n'était pas là... Il faudra revenir l'an prochain pour tenter d'observer ou sinon d'entendre cet oiseau souvent solitaire, bien caché dans les hautes herbes.

La Société Provancher remercie ses partenaires et tous les bénévoles qui ont participé à « Petit Blongios, roseau et compagnie ». Elle tient aussi à souligner la générosité des visiteurs qui ont fait des dons lors de leur passage. Les dons permettent à la Société Provancher de poursuivre sa mission. Ils servent, entre autres, à financer l'entretien des sentiers et des ponceaux sur ses territoires.

Source : Élisabeth Bossert, Réhaume Courtois et Pierre-Martin Marotte, Société Provancher



Audrey Lachance donnant de l'information sur le petit blongios.

## Saviez-vous que...

### Caribous de la rivière George – Résultats de l’inventaire aérien du troupeau

Des biologistes du ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, en collaboration avec le Department of Environment and Conservation du Gouvernement de Terre-Neuve-et-Labrador et un représentant de la Table ronde autochtone sur le caribou de la Péninsule d’Ungava (TRACPU), ont procédé à l’inventaire aérien du troupeau de caribous de la rivière George en juillet 2016. Le troupeau a alors été estimé à 8 900 caribous.

Pour assurer la pérennité de cette population à court et à long termes, le Gouvernement de Terre-Neuve-et-Labrador et le groupe de recherche Caribou Ungava sont associés au Gouvernement du Québec pour réaliser ensemble les travaux de suivi et de recherche requis sur les troupeaux de caribou migrateur de l’Ungava.

Une combinaison de plusieurs facteurs permet d’expliquer le déclin graduel du troupeau, plus particulièrement marqué depuis 2001 : la détérioration de certains habitats critiques, comme les aires de mise bas et d’alimentation par le broutement et le piétinement, la prédation, les maladies et les parasites, la récolte par la chasse et les conséquences liées au développement du territoire.

Compte tenu de la situation qui a cours, la chasse sportive au Québec a été suspendue en 2012, et ce, pour une durée indéterminée. De plus, depuis 2009, les autorités du Québec et de Terre-Neuve-et-Labrador ainsi que les principaux partenaires en gestion faunique des territoires touchés poursuivent des travaux de recherche pour mieux comprendre le déclin du troupeau de caribous de la rivière George. Un plan de gestion et de conservation est en cours d’élaboration afin de mettre en œuvre toutes les mesures nécessaires pour préserver le troupeau.

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

### Centenaire de la Convention concernant les oiseaux migrateurs

La Société Provancher désire souligner le centième anniversaire de la signature de la Convention concernant les oiseaux migrateurs. Cette convention fut signée le 16 août 1916 entre les États-Unis d’Amérique et le Royaume-Uni, lequel agissait alors au nom du Canada. Ce fut une étape mémorable dans l’historique de la protection des oiseaux migrateurs en Amérique du Nord.

Au début du 20<sup>e</sup> siècle, plusieurs naturalistes se préoccupaient de la situation alarmante des oiseaux migrateurs. Tant au Canada qu’aux États-Unis, on s’adonnait à la chasse aux oiseaux à longueur d’année. La tourte voyageuse, si abondante au 18<sup>e</sup> siècle, était en voie d’extinction. Sur la Côte-Nord du Saint-Laurent, des quantités énormes d’œufs étaient prélevées dans les colonies d’oiseaux pour alimenter les marchés de la Nouvelle-Angleterre. Pour décorer les chapeaux des dames, quantité d’oiseaux étaient abattus uniquement pour leurs plumes. La chasse en période de reproduction entraînait des conséquences catastrophiques et un effondrement des populations d’oiseaux était en cours. Malgré les quelques lois sur la faune en vigueur dans les provinces et les États, il était évident qu’il fallait agir plus fermement pour protéger les oiseaux. Interdire la chasse le printemps et protéger les nids ainsi que les œufs fut une approche qui

a fait consensus chez les parlementaires, tant au Canada qu’aux États-Unis, et qui était promue par les sociétés de conservation.

C’est ainsi que la Convention concernant les oiseaux migrateurs a vu le jour. Cette convention s’applique aux oiseaux qui, à l’époque, étaient jugés utiles à l’homme. Elle exclut donc les oiseaux considérés « nuisibles » au début du siècle dernier : les oiseaux noirs, certains oiseaux piscivores, comme les cormorans et le martin-pêcheur, puisqu’ils étaient jugés nuisibles à l’agriculture et aux pêcheries.

C’est à la suite de la signature de cette convention que d’importants efforts de conservation des oiseaux ont vu le jour : adoption de la loi sur la Convention des oiseaux migrateurs, campagnes de sensibilisation de la population, augmentation du nombre de gardes-chasses, création de refuges d’oiseaux migrateurs et recherches sur les oiseaux.

Source : Michel Lepage



Michel Lepage

Nid d’eider à duvet, une espèce qui a profité de la protection des colonies d’oiseaux.

### Financement du registre des collections en sciences naturelles

L’Institut québécois de la biodiversité (IQBIO) a réuni les fonds nécessaires à l’amélioration et au maintien du registre des collections de recherche en sciences naturelles pour les 3 prochaines années. En effet, après un premier don de la famille Trottier en décembre 2015, la *Gosling Foundation* a octroyé une subvention de 10 000 \$ en avril 2016. Poursuivant ses demandes de financement, Juliette Duranleau, l’agente de projet pour l’IQBIO, en collaboration avec les membres du comité, Pierre Brunel et Bernadette Jacquaz, a réussi à convaincre deux autres fondations de subventionner cet important projet. La *Salamander Foundation* et la *Chawkers Foundation* vont ainsi contribuer à la mise à jour du registre avec des subventions respectives de 10 000 \$ et 5 000 \$.

Source : IQBIO



# 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](http://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](http://www.provancher.org)





Patricia Brouillette, 2013

Environnement immédiat du site de capture du campagnol sylvestre au lac Mondor, p. 36



Félix Lamarche

Méduse d'eau douce (*Craspedacusta sowerbii*), p. 41



Caroline Piché

Étang vernal dans Gatineau p. 63



Étienne Léveillé-Bourret

Naiade grêle, p. 12