

le naturaliste canadien

Volume 130, numéro 1
Hiver 2006

LA SOCIÉTÉ PROVANCHER
D'HISTOIRE NATURELLE
DU CANADA



JEAN-FRANÇOIS HAMEL / ANNE MERCIER

Au sommaire

L'île aux Basques, désignée Lieu historique national du Canada

- LES TRÉSORS DE L'ÎLE DES CASCADES
- LE RECENSEMENT DES TORTUES MARINES
- UNE COHABITATION DIFFICILE POUR LE CARIBOU
- LE HÊTRE ENVAHIT NOS ÉRABLIÈRES
- LES SELS DE VOIRIE : UN MAL NÉCESSAIRE
- L'OURS À L'ÎLE D'ANTICOSTI; LE RENARD À L'ÎLE AUX BASQUES



JEAN-FRANÇOIS HAMEL

LE MOT DU PRÉSIDENT

Regard sur la dernière année

Dans cette revue des événements récents relatifs à la Société Provancher, Michel Lepage souligne la désignation par le gouvernement du Québec de l'île aux Basques et du marais Léon Provancher comme réserves naturelles en milieu privé.

par Michel Lepage

GENS D'ACTION

La revanche du citoyen ordinaire: Tommy Montpetit

À partir de l'expérience acquise dans la défense des milieux humides près de Longueuil et en Montérégie, Tommy Montpetit s'est retrouvé président de *Sauvons nos boisés et milieux humides* et du *Front vert*, deux organisations citoyennes actives dans la protection de l'environnement dans la région de Montréal.

par Geneviève Audet

NOS GRANDS NATURALISTES

Johan Beetz (1874-1949): 2. Une contribution importante à la connaissance de la faune

Ce deuxième volet met en valeur la contribution importante de Johan Beetz à la science vulpicole et à la connaissance de la faune.

par Jean Tanguay et Pierre Drouin

BOTANIQUE

L'île des Cascades, un trésor floristique au confluent du Saint-Laurent et de l'Outaouais

Cet article met en valeur la remarquable diversité et la qualité floristique de cette île qui constitue un trésor exceptionnel pour les botanistes.

par André Sabourin, Denis Paquette et Jean Faubert

L'*Hudsonia tomentosa* à la Baie James: extension nord-ouest de son aire de répartition

Cette espèce rare a été localisée à 320 km au nord du site mentionné le plus proche ce qui constitue une importante extension de son aire.

par Christian Fortin, Jean Deshayé et Marie-Josée Grimard

Suivi de la restauration écologique des tourbières ombrotrophes: le point de vue microbiologique

Cette étude montre le rôle des microorganismes dans le recyclage du carbone et de l'azote et l'importance d'apport d'éléments nutritifs dans le suivi microbiologique de la restauration des tourbières.

par Roxane Andersen

ENTOMOLOGIE

La cécidomyie du sapin de Noël a-t-elle trop d'ennemis naturels?

Cette étude montre les possibilités offertes par les prédateurs naturels, notamment par l'inquiline, dans la lutte contre les épidémies de cécidomyie, comme celle qui a ravagé récemment les plantations d'arbres de Noël, et souligne la nécessité de recherches plus poussées.

par Conrad Cloutier, Payse Mailhot et Jacques Brodeur

HERPÉTOLOGIE

Les tortues marines: un plan d'action pour mieux cerner leur situation au Québec

Les auteurs se proposent d'établir un plan d'action pour mieux cerner la présence des tortues marines dans les eaux québécoises. Une revue de la littérature ainsi que deux mentions inédites complètent cette étude exhaustive des connaissances acquises sur cette question.

par Martin Ouellet, Christian Fortin, Patrick Galois et Patricia Nash

GESTION DE LA FAUNE

Étude de la prédation du caribou forestier dans un écosystème exploité: résultats préliminaires

Cette étude vise à déterminer les causes de la vulnérabilité du caribou, soit la prédation par l'ours et par le loup, ainsi que l'influence de la coupe forestière et des activités humaines. Elle porte notamment sur le partage de l'espace et des habitats entre le caribou et ses prédateurs.

par Catherine Lambert, Réhaume Courtois, Laurier Breton, Rolland Lemieux, Vincent Brodeur, Jean-Pierre Ouellet, Daniel Fortin et Marius Poulin

Disparition de la population d'ours noirs de l'île d'Anticosti: le cerf de Virginie serait-il coupable?

L'auteur suggère que le déclin des populations d'ours dans l'île est dû à la disparition des petits fruits à la suite du broutement intensif par le cerf de Virginie, entraînant la perte d'une source de nourriture essentielle à la survie de l'ours avant l'hiver.

par Steeve D. Côté et Sonia de Bellefeuille

En page couverture: Une belle photo aérienne de l'île aux Basques, réalisée par Annie Mercier et Jean-François Hamel, rappelle le récent dévoilement de la plaque commémorant la reconnaissance officielle de l'île comme Lieu historique national du Canada (voir en page 86).

Photo: Annie Mercier et Jean-François Hamel

FORESTERIE

Envahissement du hêtre dans les érablières dépérissantes au Québec 56

Selon cette étude, l'ouverture du couvert causée par le dépérissement des érables à sucre a entraîné des changements dans les conditions du sol – notamment une acidification et une perte d'éléments nutritifs – auxquels le hêtre s'est mieux adapté, d'où une rapide progression de cette essence.

*par Louis Duchesne,
Jean-David Moore et Rock Ouimet*

MILIEUX AQUATIQUES

Impact de la régularisation du débit des Grands Lacs sur l'habitat de reproduction des poissons dans la plaine inondable du fleuve Saint-Laurent 60

Cette étude montre l'importance de conserver une crue printanière élevée et longue dans le Saint-Laurent pour la reproduction du grand brochet et de la perchaude et les effets négatifs de la régularisation du débit sur les habitats de reproduction de ces espèces.

par Philippe Brodeur, Marc Mingelbier et Jean Morin

SCIENCES DE LA MER

La mariculture peut-elle augmenter la productivité des écosystèmes? 69

Contrairement à la croyance répandue des effets négatifs de l'aquaculture, de nombreuses observations montrent que la pisciculture aussi bien que la mytiliculture peuvent avoir des effets bénéfiques sur la productivité des écosystèmes. Les recherches en cours visent à établir des modèles plus complexes permettant d'évaluer ces impacts.

par Chris McKindsey

Filets fantômes: la pêche a été bonne! 74

Ce projet réalisé en collaboration avec les pêcheurs de la Basse-Côte-Nord avait pour but de récupérer les engins de pêche perdus en mer qui continuent de pêcher sans jamais être récoltés, d'évaluer l'importance de ces pêches fantômes et d'en diminuer l'impact sur les ressources marines.

par Karina Laberge

ENVIRONNEMENT

Sels de voirie: une utilisation nécessaire, mais lourde de conséquences 75

Cet article décrit les effets variables mais généralement nuisibles de l'usage massif des sels de voirie sur les eaux, les sols, la flore et la faune et rappelle que la recherche d'un produit plus écologique implique une étude poussée des effets des substituts comparés à ceux, bien documentés, des sels actuellement utilisés.

par Patrick Charbonneau

LES ROUTES DE L'INTERNET

Les oiseaux, où les trouver sur la toile? 82

par Marianne Kugler

LES LIVRES

84

VIE DE LA SOCIÉTÉ

Un dévoilement... historique 86

par André Desmartis

Notes historiques pour le dévoilement d'une plaque commémorative consacrée à l'île aux Basques 88

par Roch Samson et J.C. Raymond Rioux

Ces deux articles rappellent les recherches historiques et archéologiques qui ont mené au dévoilement, en juin dernier, d'une plaque commémorant la reconnaissance officielle de l'île aux Basques comme *Lieu historique national du Canada*.

Le renard à l'île aux Basques 91

L'étude des données concernant la fréquentation du renard et les dégâts potentiels à la colonie d'eiders à duvet ainsi que la considération des aspects éthiques de la question, ont amené la société Provancher à retenir une politique de non intervention quant à la présence du renard sur l'île aux Basques.

par Michel Cantin

SAVIEZ-VOUS QUE...

97

**Par leur soutien financier,
le ministère du Développement durable, de
l'Environnement et des Parcs du Québec,
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 ici remerciés.

La Société Provancher remercie ses généreux bienfaiteurs

Mai à novembre 2005

Parrains du *Naturaliste canadien*

Canards Illimités Canada

Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec

Ministère des Ressources naturelles et de la faune

Société des établissements de plein-air du Québec (Sépaq)

Amis du *Naturaliste canadien*

Coulombe Louis - Fortin, Jean - Huot, Jean - Huot, Lucien -
Levasseur-St-Arnaud, Huguette
Massé, Gérard - Painchaud, Jean - Proulx, Diane

Bienfaiteurs de la Société Provancher d'histoire naturelle du Canada

Ampleman, Claude - Bélanger, Denise - Benoît, Suzanne - Bouchard, Michel
Bougault, Yves - Boulé, Hélène - Bourgault, André - Bourgault, Diane
Brouard, Louis - Brown, Pierrette - Brown, Roger
Caisse Populaire de Saint-Louis-de-France
Campagna, François - Cantin, Charles - Côté, Denise - Coulombe, Josette
D'Anjou, Gay - De La Fontaine, Gilles - Desbiens, Jean-Yves - Deschamps, Marie
Dugas, Serge - Dumas, Guy - Emond, Suzie
Fondation Universitaire de l'Université du Québec
Fordin, Michel - Fortier, Robert - Frenette, Carmen - Gagnon, Gérard
Gagnon, José - Gagnon-Sirois, Ruth - Garant, Fernande - Gilbert, Jean
Guérard, Lise - Lafleur, Michèle - Laforce, André - Lambert, Julie - Lambert, Pierrette
Lambert, Richard - Lamothe, Pierre - Lamoureux, Gisèle - Langevin, Pierre
Langevin, Suzanne - Lemieux, Jacques - Lemieux, Réjean
Lemonde, Jean-Pierre - Lepage, Véronique - Lessard, Carole - Levesque, Annie
Lortie, Gaétan - Lortie, Jacqueline - Lortie, Raynald
MESS - (QSGS et SAGIR) - Collègues de travail
MESS - Ressources matérielles - Collègues de travail
Ostiguy, Diane - Poirier, Diane - Rioux, Pierrette - Robert, Michèle
Robineau, Raymond - Robineau, Yvonne - Robinson, Johan - Rodrique, David
Rousseau, Daniel - Ruelland, Marie - Senécal, Nicole - Simard, Madeleine
Simard, Michel - Société des Photographes Artisans de Québec
Soucy, Renée - Syndicat des employé(es) du Loew's Le Concorde
Université du Québec - Vastel, Geneviève



LA SOCIÉTÉ
PROVANCHER
D'HISTOIRE
NATURELLE
DU CANADA

Président

Michel Lepage

1^{er} Vice-président

Éric-Yves Harvey

2^e Vice-président

Michel Cantin

Secrétaire

Christian Potvin

Trésorier

André St-Hilaire

Administrateurs

Jean-Claude Caron

Gabriel Filteau

Christian Fortin

Jean Fortin

Jean-Clément Gauthier

Annie Maloney

Sylvie Matte

Martin Ouellet

Réginald Ouellet

Normand Trudel

Coordonnatrice

Mylène Bergeron

le *naturaliste*
canadien

Comité de rédaction

André Desmartis,
coordonnateur

Robert Gauthier

Jean Hamann

Hélène Jolicœur

Marianne Kugler

Jean Painchaud

Jean-Marie Perron

J.C. Raymond Rioux

Vincent Roy

Révision linguistique

Huguette Carretier

Camille Rousseau

Comité de financement

Mylène Bergeron

Éric-Yves Harvey

Michel Lepage

Impression et reliure

AGMV

MARQUIS

Édition



Les Éditions l'Ardoise
9865, boul. de l'Ormière
Québec QC
G2B 3K9
418.843.8008

Le Naturaliste canadien est recensé par
Repères, Cambridge Scientific Abstracts
et Zoological Records.
Dépôt légal 2^e trimestre 2006
Bibliothèque nationale du Québec
© La Société Provancher d'histoire
naturelle du Canada 2006
Bibliothèque nationale du Canada
ISSN 0028-0798

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

Créée en 1919, la Société Provancher d'histoire naturelle du Canada est un organisme sans but lucratif qui a pour objet de regrouper des personnes intéressées aux sciences naturelles et à la sauvegarde de l'environnement. Entre autres activités, la Société Provancher gère les refuges d'oiseaux de l'île aux Basques, des îles Razades et des îlets de Kamouraska ainsi que le territoire du marais Léon-Provancher dont elle est propriétaire.

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

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

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

Publication semestrielle

Toute correspondance doit être adressée à :

La Société Provancher d'histoire naturelle du Canada

4740, boul. Wilfrid-Hamel, bureau 130

Québec QC G1P 2J9.

Téléphone : 418-877-6541 Télécopie : 418-877-6579

Courriel : provancher@videotron.ca

Site web : <http://www.provancher.qc.ca/>



Regard sur la dernière année

Quelques événements dignes de mention ont marqué la vie de la Société Provancher au cours de l'été 2005. Ce fut d'abord la tenue d'un sondage auprès des lecteurs et des auteurs de la revue *Le Naturaliste canadien* afin de connaître leur point de vue sur la revue et leur niveau de satisfaction. L'analyse des informations est en cours et les résultats paraîtront dans le prochain numéro. Autre événement important, celui du dévoilement d'une plaque de la Commission des lieux et monuments historiques du Canada commémorant l'importance historique de l'île aux Basques, événement qui a eu lieu le 3 juin 2005, à Trois-Pistoles. Ce dévoilement ainsi que l'histoire à l'origine de la désignation de cette île comme « Lieu historique national du Canada » font d'ailleurs l'objet d'articles de la part d'André Desmartis, de Rock Samson et de J.C. Raymond Rioux dans le présent numéro. Le troisième événement marquant fut la signature d'une entente de conservation pour les territoires de l'île aux Basques et du marais Léon-Provancher en vertu de la *Loi sur la conservation du patrimoine naturel* (L.R.Q., c. C-61.01). Je me permettrai d'élaborer quelque peu sur ce dernier point, soit les ententes de conservation permettant la reconnaissance des réserves naturelles en milieu privé.

Plusieurs milieux naturels sont depuis longtemps protégés par des organismes de conservation ou par des propriétaires de terrains privés. Donnons l'exemple des îles Razades, acquises par la Société Provancher en 1927, et des nombreux propriétaires qui protègent jalousement une partie de leur terre en raison de sa valeur exceptionnelle. Cependant, ces milieux n'étaient pas comptabilisés dans les calculs officiels des superficies protégées au Québec, n'étant pas intégrées dans le réseau québécois des aires protégées. Peu après sa fondation en 1993, le Regroupement des organismes propriétaires de milieux naturels protégés du Québec, maintenant appelé Réseau de milieux naturels protégés (RMN), entreprenait des démarches auprès du ministère de l'Environnement du Québec afin qu'il encourage les propriétaires de milieux privés dans leur mission de conservation et que soit reconnue leur importante contribution à la protection des milieux naturels. L'une des problématiques soulevées était le poids financier que devaient supporter les organismes de conservation pour le paiement des taxes municipales et scolaires. De plus, ces organismes souhaitaient une reconnaissance officielle de leur contribution à l'atteinte de l'objectif du Québec de protéger 8 % de la superficie de son territoire.

En 2001, le gouvernement québécois s'est doté d'un nouvel outil de conservation en conférant au ministre de l'Environnement le pouvoir de créer des réserves naturelles en milieu privé. Les trois premières réserves ont vu le jour officiellement le 4 septembre 2002 avec la reconnaissance des réserves naturelles des Marais-du-Nord, dans la région de la Capitale nationale, du Marais-Trépanier en Outaouais et de l'Île-Beaugard en Montérégie. À l'automne 2005, 21 réserves naturelles en milieu privé étaient reconnues légalement pour une superficie de 2 073 ha. Plusieurs autres le seront sous peu.

À la fois les propriétaires et le gouvernement du Québec profitent des engagements pris dans le cadre de la reconnaissance d'une réserve naturelle. En s'engageant par le biais d'une entente de conservation d'une durée minimale de 25 ans, mais le plus souvent à perpétuité, le propriétaire peut plus facilement conserver les éléments de la biodiversité caractéristiques de sa propriété en y encadrant les usages. En contrepartie des contraintes qu'il s'impose volontairement quant aux usages sur son terrain, il bénéficie d'une exemption de la taxe foncière municipale et de la taxe scolaire. Le gouvernement du Québec, pour sa part, peut maintenant progresser plus rapidement vers l'atteinte de son objectif de protection de 8 % du territoire québécois.

La contribution des organismes de conservation et des propriétaires privés à la protection de la biodiversité est significative. En majorité, ces propriétés sont situées dans les basses terres du Saint-Laurent, là où les pressions de développement sur les milieux naturels sont les plus grandes. Même si plusieurs réserves naturelles en milieu privé ne couvrent que quelques dizaines d'hectares, parfois quelques hectares, elles sont des refuges pour de nombreuses espèces discrètes et souvent méconnues, et elles permettent la colonisation des milieux adjacents. Elles sont aussi des lieux fort propices aux activités d'éducation au milieu naturel.

La Société Provancher est heureuse de s'associer à cette démarche, à la fois par sa participation au RMN et par la signature récente des ententes de conservation pour les territoires du marais Léon-Provancher et de l'île aux Basques, lesquels ont officiellement été désignés réserves naturelles le 31 août 2005, lors de la publication des avis de reconnaissance dans la Gazette officielle du Québec. Nous encourageons les propriétaires privés et les autres organismes de conservation à s'impliquer dans cette démarche qui permet de mettre en commun nos efforts de conservation. Pour plus de renseignements, consultez le site Internet du ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs : www.mddep.gouv.qc.ca/biodiversite/privé/


Michel Lepage
président



Photo : Jean-Sébastien Hébert

Merci!
**aux passionnés
de nature**



**FONDATION DE LA FAUNE
DU QUÉBEC**

La Fondation de la faune du Québec investit en moyenne 4 millions de \$ annuellement pour protéger et mettre en valeur les habitats fauniques.

La Fondation de la faune du Québec soutient en moyenne chaque année 400 projets réalisés par des centaines d'organismes qui œuvrent à la sauvegarde des richesses fauniques partout au Québec.

Ainsi, la Fondation de la faune du Québec retourne directement et totalement à la faune, les 3 millions de \$ que lui versent les chasseurs, les pêcheurs et les trappeurs lors de l'achat de leurs permis.

La Fondation de la faune du Québec fait de votre contribution un investissement dont les intérêts consistent en une faune diversifiée et abondante sur l'ensemble du territoire québécois.

Voilà notre mission et notre plus grande fierté !

Selon vos intérêts, vous pouvez contribuer de différentes façons aux efforts de conservation de la Fondation de la faune du Québec.

DÉCOUVREZ VOTRE FONDATION

www.fondationdelafaune.qc.ca

La revanche du citoyen ordinaire

Geneviève Audet

Tommy Montpetit, c'est un citoyen ordinaire. Il a passé peu de temps sur les bancs d'école. Il a acquis son expérience par les emplois variés qu'il a exercés au cours de sa vie : réparation d'imprimantes, rénovation, peinture de bâtiment, inventaires fauniques et floristiques, etc. Il est aujourd'hui président de *Sauvons nos boisés et milieux humides*, et du *Front Vert*, des regroupements de citoyens ordinaires, comme lui, qui en ont assez de voir massacrer les milieux naturels près de chez eux, partout à travers le Québec. Pourtant, ce n'est pas par hasard qu'il s'est retrouvé là.

Dans sa jeunesse, Tommy Montpetit a eu la chance de grandir à côté d'un des plus beaux milieux naturels restant à Longueuil, le Boisé du Tremblay. Ce boisé est d'une superficie avoisinant les dix kilomètres carrés et d'une diversité biologique incroyable. Tommy n'a pas eu de professeur pour lui enseigner à identifier les plantes et les oiseaux. Il a eu la *Flore Laurentienne*, les *guides Peterson* et son boisé. Les connaissances qu'il a acquises en visitant le Boisé du Tremblay lui ont permis de travailler aux inventaires de plusieurs espèces d'animaux et de plantes en Montérégie.

Mais ces connaissances lui ont aussi permis de constater à quel point les milieux naturels sont menacés par les activités humaines. Lentement, il a appris à recourir à toutes les lois, fédérales et provinciales, pour protéger les milieux naturels. Depuis le début des années 1990, il a commencé à les utiliser afin de limiter la disparition des milieux naturels, particulièrement des milieux humides, à Longueuil et ailleurs. Louis-Gilles Francœur, journaliste au *Devoir*, l'a déjà comparé à un preux chevalier qui défend vaillamment son domaine contre les attaques de nombreux envahisseurs. Et c'est vrai.

En 2003, il a rencontré d'autres personnes qui partagent les mêmes préoccupations que lui envers la protection des milieux naturels. C'est ainsi qu'est né l'organisme *Sauvons nos boisés et milieux humides*. Naturellement, il s'est trouvé à la tête de cette organisation citoyenne. En 2004, le *Centre d'information sur l'environnement de Longueuil*, un organisme local qui a permis le développement de *Sauvons nos boisés et milieux humides*, a entrepris la réalisation du *Plan de conservation de la rainette faux-grillon de l'Ouest en Montérégie*, projet auquel participe toujours Tommy Montpetit à titre d'expert. En mars 2005, lors de l'assemblée générale annuelle de *Sauvons nos boisés et milieux humides*, le *Front Vert* a été formé. Il s'agit d'une coalition d'organismes locaux et régionaux actifs dans la protection des milieux naturels et situés dans la grande région de Montréal. Depuis 2003, on ne compte plus les actions accomplies, les articles parus dans les journaux, les entrevues à la radio qui



ont permis à Tommy Montpetit de faire connaître « l'erreur méridionale », c'est-à-dire la disparition des milieux naturels dans le sud du Québec, au même titre que Richard Desjardins a dénoncé la disparition de la forêt boréale.

Tommy Montpetit aime la nature... au naturel. Il agit pour qu'il en soit conservé le maximum afin que sa fille Émilie puisse en profiter elle aussi. Pourtant, ce qui compte réellement dans la vie de tous les jours, ce ne sont pas les actions d'éclat. C'est l'appui qu'il reçoit de la part de sa femme Nathalie. Parce que jouer à Monsieur SOS Environnement demande beaucoup de temps. Bravo à tous les deux !

Pour en savoir plus :

Sauvons nos boisés et milieux humides :

sauvonsboisesmilieuxhumides@yahoo.ca

Le Front Vert : www.frontvert.org

Lois permettant de limiter la destruction des milieux naturels

Canadiennes

- Loi sur les pêches
- Loi canadienne sur l'évaluation environnementale
- Loi sur les espèces en péril

Québécoises

- Loi sur les espèces menacées et vulnérables
 - Loi sur la qualité de l'environnement
 - Loi sur la conservation et la mise en valeur de la faune
 - Loi sur le patrimoine naturel
-

Geneviève Audet est présidente du Centre d'information sur l'environnement de Longueuil (CIEL).

Dans la seconde partie de sa vie, que nous abordons aujourd'hui, le pionnier aventureux de l'élevage du renard va mettre son expertise et son esprit inventif au service du gouvernement québécois et apporter ainsi une importante contribution à la science vulpicole et à la connaissance de la faune.

Johan Beetz

Un naturaliste à l'esprit créateur, 1874-1949

2. Une contribution importante à la connaissance de la faune

Jean Tanguay et Pierre Drouin

Une expertise mise à contribution

À la toute fin des années 1920, les gouvernements du Québec et du Canada, considérant l'importance de l'élevage du renard à travers le pays, créèrent des fermes expérimentales¹⁴. Comme le précise L.A. Richard, le contexte économique difficile nécessitait l'intervention des autorités gouvernementales de façon à aiguillonner les personnes qui, sans préparation, sans expérience et sans capital, s'improvisaient éleveurs de renards par désir de gros et rapides profits. C'est ainsi que furent créées des fermes expérimentales à Ottawa et Summerside où des médecins vétérinaires se spécialisaient dans l'étude de cet élevage (Frémont, 1935 : 14). C'est à la suite de ces initiatives que le ministre du Département de la colonisation, l'Honorable M. Laferté, et ses aviseurs crurent justifié de créer un service spécial au Département de la colonisation de façon à apprendre aux éleveurs à tirer le meilleur parti possible de leurs élevages. Du même coup, une ferme expérimentale allait voir le jour à Charlesbourg de façon à y tenter toutes les expériences utiles au relèvement de cette industrie¹⁵ (figure 12). Un jardin zoologique devait être rapidement greffé à cette ferme expérimentale.

En raison de son expertise dans le domaine de l'élevage du renard¹⁶, Johan Beetz fut nommé en 1929, directeur du service d'élevage des animaux à fourrure de la province de Québec. Ses fonctions consistaient principalement à assister les éleveurs notamment par des formations (enseignement ou démonstration par l'image) de façon à leur apporter un soutien dans leurs entreprises et les mener ainsi vers la réussite. Les problèmes étaient nombreux et Beetz eut le mandat

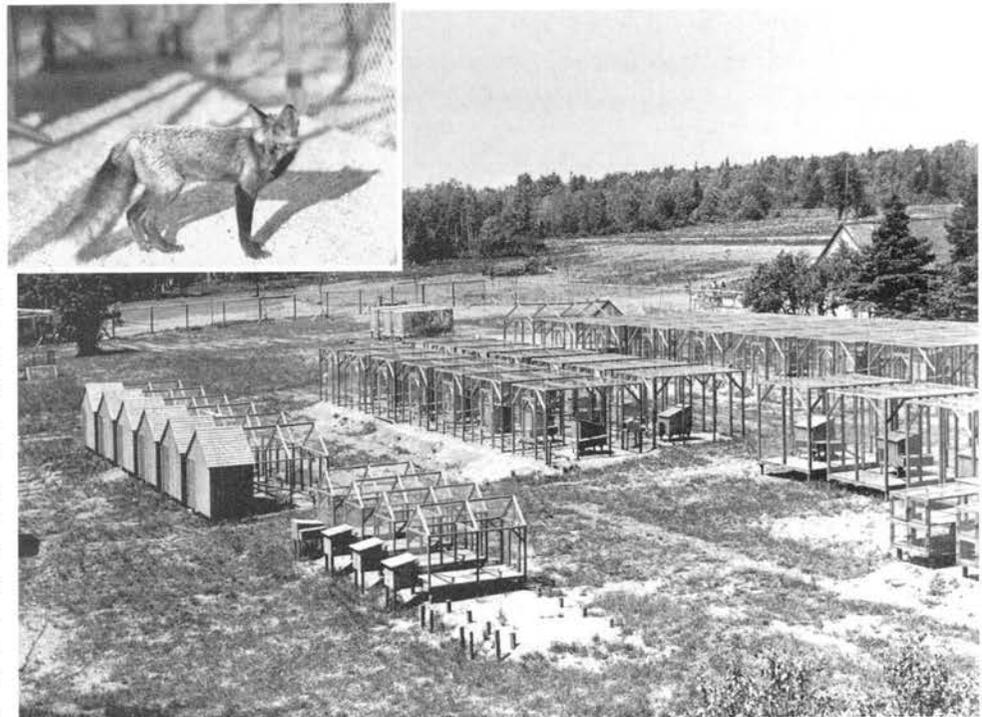


Figure 12. Le Jardin zoologique, vers 1932. Renard croisé, 1932.
(Auteur inconnu, ANQ; J.A. Brassard).

de répondre à des questions cruciales en ce qui concerne les besoins nutritionnels des renards, les méthodes de lutte contre les parasites externes et internes, l'apport protéinique nécessaire pour produire des fourrures de premier choix. Ce travail qui menait Johan sur les routes du Québec, à la rencontre des éleveurs¹⁷, apporta une contribution importante à l'industrie de l'élevage des animaux à fourrure. J.A. Brassard

Jean Tanguay est historien à l'emploi de Parcs Canada, Centre de services du Québec. Il travaille actuellement sur les projets de commémoration de l'histoire des Autochtones. Pierre Drouin est archéologue à l'emploi de Parcs Canada, Centre de services du Québec. Il est responsable du projet de commémoration de l'histoire des Autochtones.

l'exprima en ces termes élogieux : « Elle fut sauvée grâce à l'intervention de l'État qui mit M. Beetz à la disposition des éleveurs d'animaux à fourrure. » (Brassard, 1936).

Des avancées dans le domaine des sciences naturelles

Parallèlement à ses efforts afin de mieux réussir l'élevage du renard argenté, Johan Beetz entreprit diverses recherches et consigna ses observations dans divers domaines des sciences naturelles. Certaines d'entre elles ont sûrement été motivées par son intérêt pour l'élevage du renard, d'autres non. Dans tous les cas cependant, elles ont permis des avancées intéressantes pour lesquelles la contribution de Johan Beetz mérite d'être soulignée.

La « science » vulpicole

Lors de ses voyages à l'intérieur des terres, dans les premières années suivant son arrivée sur la Côte-Nord, Johan Beetz avait pu donner libre cours à sa quête de connaissances sur les mœurs des animaux. Fin observateur, il avait dès lors noté ses observations sur la faune et la flore du Canada (Townsend, 1910 : 142; Beetz, *Lecture pour...*, non daté). Son intérêt pour l'élevage du renard argenté le porta rapidement vers l'observation des conditions qui pouvaient influencer la reproduction des cas de mélanisme et à tenter des expériences à cette fin, et ce, à une époque où la science vulpicole n'existait pas.

Une démarche scientifique

Johan Beetz entreprend, par l'expérimentation, de contrôler l'hérédité des rejetons issus de sa ferme, et ce, afin d'arriver à fournir une qualité constante des meilleures fourrures. Il avait en effet observé que les cas de mélanisme donnant la fourrure du renard argenté étaient principalement favorisés par l'hérédité, l'alimentation et l'hygiène (La Presse, juin 1936). Comme indiqué plus tôt, il crée des parcs à renards en pleine forêt pour maintenir un milieu naturel favorable à la reproduction. Quoique la capacité de ses parcs à renards pouvait atteindre jusqu'à 1 000 animaux, la taille de ses élevages n'atteindra jamais celle des producteurs des Maritimes. Beetz insistera beaucoup sur l'importance de choisir les meilleurs animaux pour le démarrage d'une ferme d'élevage. Il dira ainsi qu'il « vaut mieux commencer avec 5 ou 10 couples de qualité supérieure, qu'avec 15 ou 25 couples pour le même montant d'argent » (Beetz, 1931 : 21).

Les résultats les plus probants furent obtenus après sept générations d'accouplements bien sélectionnés de ces cas de mélanisme. Comme indiqué plus haut, certains des renards argentés transportés à Vaudreuil en 1913 représentaient « la douzième génération de ces animaux élevés en captivité » (Chambers, 1913 : 6), ce qui démontre l'ampleur des efforts de Beetz pour développer une véritable race de renards argentés « ayant et conservant ses caractéristiques » (Fonds Pierre-Georges Roy, ANQ). Dorénavant, ce n'était plus des « mélanismes » qui naissaient mais bien des renards qui conservaient leurs caractéristiques argentées.

Il semblerait aussi que les renards élevés par Beetz appartenaient à une souche différente de celle des autres élevages de la même période. C'est tout au moins ce que laisse entendre un article récent en génétique dans lequel il est rappelé que l'industrie moderne de l'élevage du renard tirait son origine de l'Île-du-Prince-Édouard en 1895 et que les animaux élevés par Dalton, Oulton et Rayner appartenaient à la souche « farm-bred standard silver fox. » Et l'auteur ajoute : « Another stock of silver fox was associated with animals bred by J. Beetz, a pair of which was shipped to Norway in 1914 » (Rubtsov, 1998 : 1).

Pour appuyer ses recherches, Beetz procède à des autopsies pour mieux connaître les maladies et l'alimentation de l'animal. Il mettra également à contribution un procédé original de momification qui avait la particularité de durcir les corps. Grâce à celui-ci, il sera capable d'observer les pathologies et d'étudier les coprolithes pour ensuite appliquer ses conclusions aux renards en captivité qu'il élevait. La plupart de ces spécimens momifiés étaient ensuite conservés dans le petit laboratoire situé à proximité de la maison.

Se servant des résultats obtenus par ses observations, Johan Beetz réalisera une véritable étude vulpicole par l'image comprenant 400 planches de dessins grandeurs et couleurs naturelles faits à la main (figure 13). Il put ainsi reproduire les moindres parcelles de l'anatomie du renard et réaliser l'étude anatomique, anatomo-pathologique, ostéologique et coprologique de cet animal. La valeur documentaire de ces dessins fut reconnue par ses contemporains. Au tout début des années 1960, soit un peu plus de dix ans après le décès de Johan Beetz en 1949, l'Institut Cornell et le Central Museum ont manifesté un grand intérêt pour se procurer ces planches de dessins, fruits d'un travail auquel le naturaliste avait consacré 30 années de sa vie¹⁸.

Un souci pour la diffusion

Johan Beetz était également soucieux de diffuser ses connaissances. Il publia entre autres un ouvrage intitulé, *L'indispensable à l'éleveur de renards argentés* (Beetz, 1931). Dans ce livre, Beetz expose les connaissances acquises au cours de ses 35 années d'expériences scientifiques, techniques et pratiques dans le domaine de l'élevage du renard. Il voulait ainsi faire profiter de ses nombreuses observations ceux qui désiraient pratiquer la même industrie, tant dans l'élevage que dans l'étude de la fourrure. L'ouvrage témoigne, en outre, du talent d'artiste de l'auteur puisqu'on y trouve 40 vignettes associées entre autres à la fourrure du renard et à l'anatomie de cet animal. Quelques années plus tard, en 1936, il rédigea et soutiendra avec succès une thèse de doctorat à l'Institut Agricole d'Oka, affilié à l'Université de Montréal. On lui décernera alors le titre de Docteur en science vulpicole (Brassard, 1936). Lors de sa présentation, Beetz fit état des résultats de ses travaux en utilisant comme support visuel ses 1800 dessins représentant l'anatomie du renard, ce qui fut considéré par l'auditoire comme une mise en scène impressionnante. Cette thèse sera par la suite publiée sous forme

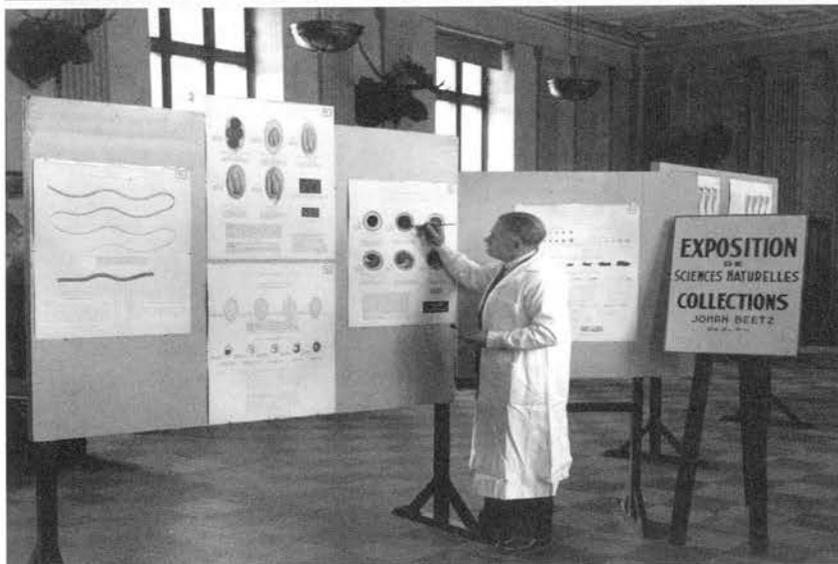
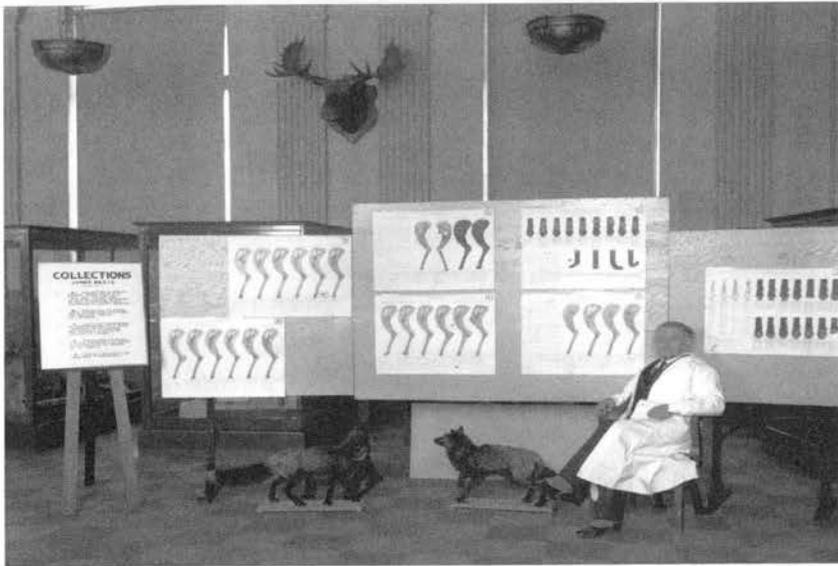


Figure 13. Quelques-unes des «400 planches» de M. Beetz. Anatomie du renard.
(Collection Paul Carpentier, ANQ).

de brochure par le ministère des Chasses et des Pêcheries, *La fourrure du renard argenté* (Beetz, 1936). C'est également par ce même souci d'enseignement et de diffusion qu'il publia de nombreux articles dans le *Journal d'Agriculture*, où il donna des conseils aux éleveurs sous forme de chroniques, et ce, pendant plusieurs années. Tout comme il l'avait fait lors de sa soutenance de thèse, Beetz se servait abondamment de ses illustrations lors des sessions de formation données aux éleveurs de renards.

Des collections de sciences naturelles d'intérêt

La contribution de Beetz pour les sciences naturelles ne se limite pas au domaine vulpicole. Le procédé de momification mis au point par Beetz permit en effet la constitution de collections diversifiées dans ce domaine, et particulièrement en ornithologie, mais aussi en mammalogie et en

ichtyologie. Elles comprenaient des corps entiers, des ossements et des fœtus¹⁹ et se distinguaient de la plupart des collections de ce genre dont les spécimens étaient le plus souvent conservés par les procédés courants de naturalisation. En tout, ces collections regroupaient plus de 4 000 spécimens et elles facilitaient entre autres les études anatomiques et pathologiques concernant ces animaux. Les collections avaient une valeur scientifique et éducative importante, notamment pour la formation des jeunes dans les institutions scolaires ou muséales. Ce type de réalisation était alors largement répandu chez les élites civiles et religieuses de l'époque, et Beetz en avait acquis le goût dès son enfance auprès de son précepteur.

En tant que membre fondateur de la Société zoologique du Québec²⁰ Johan Beetz s'attardera plus spécialement à un travail éducatif par ses travaux. Retenons pour illustrer ces propos, la réalisation d'une carte faunique (figure 14) illustrant les zones de vie animale au Canada. Au dire du journaliste Damase Potvin, « cette carte témoigne d'un travail considérable et d'une patience peu commune en même temps que d'un sens artistique remarquable [...] L'auteur a divisé la carte du Canada en onze zones, chacune désignée par une teinte de l'arc-en-ciel. Les mammifères du Canada fidèlement dessinés sont classés par province » (Potvin, 1949). Un manuscrit intitulé les « *Mammifères du Canada classés par Provinces* »²¹, un complément éducatif de 100 feuillets grand format, accompagnait le travail du naturaliste et fut préparé en vue d'identifier les espèces de mammifères, leurs localisation, habitat, alimentation, mœurs, habitudes, taille, poids, couleur, valeur économique, etc. Bref, un travail de synthèse considérable. Enfin, mentionnons la réalisation de 100 fiches de poissons (figure 15), un travail colossal par lequel Johan Beetz expose à nouveau ses connaissances de la faune canadienne, tout en mettant à contribution son talent artistique²².

Les collections de Beetz retiendront notamment l'attention de chercheurs étrangers, tels les ornithologues américains Charles-Wendell Townsend et A.C. Bent qui, lors de voyages sur la Côte-Nord du fleuve Saint-Laurent en 1909 et 1915, firent la connaissance du personnage et purent apprécier son expertise dans le domaine de l'ornithologie. De passage à sa demeure, ils eurent l'occasion de voir quelques spécimens d'oiseaux momifiés et repartirent avec certains d'entre eux de façon à enrichir les collections du département d'ornithologie de l'Université Harvard. Ces liens avec les spécialistes américains et les connaissances acquises sur le terrain mèneront Beetz à rédiger un article sur le canard eider en 1915, dans la revue *l'Auk* (Beetz, 1916 : 286-292), un journal trimestriel d'ornithologie édité par l'union des ornithologues américains. La valeur des collections ornithologiques

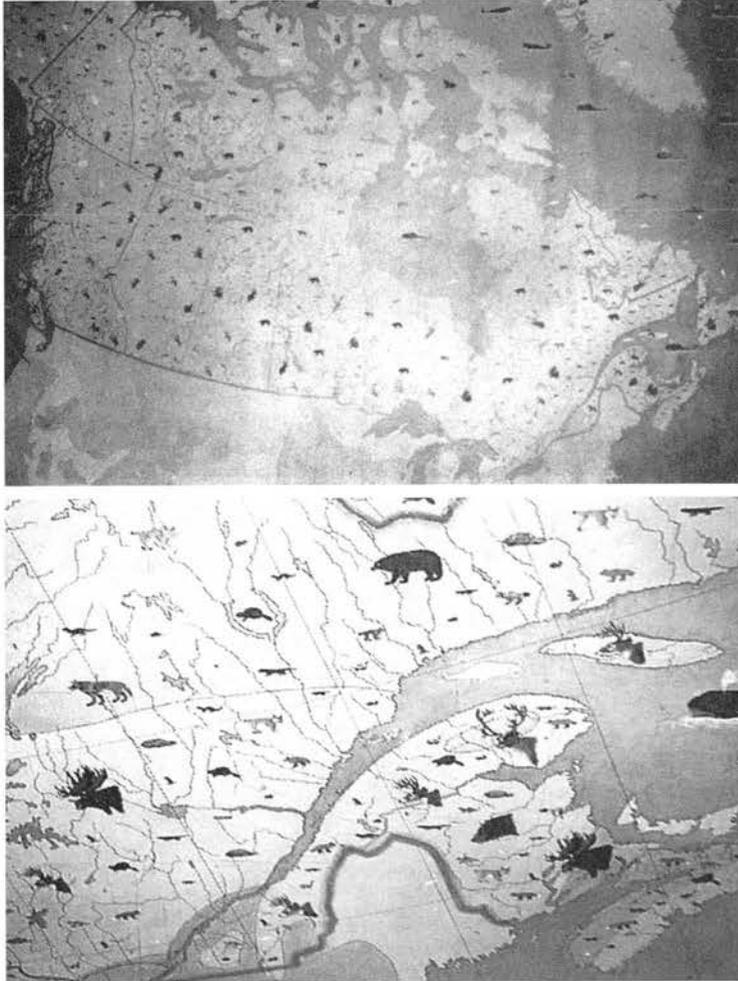


Figure 14. Carte faunique illustrant la vie animale au Canada.
(Collection du Jardin zoologique de Québec, Charlesbourg)

de Johan Beetz sera également reconnue par le gouvernement québécois qui en deviendra propriétaire en 1922, dans le contexte de la création du Musée du Québec comme musée d'histoire naturelle. Cette collection était alors considérée comme la plus complète de l'Amérique du Nord (*"Le soleil"*, 11 décembre 1922)²³. Elle sera présentée au grand public lors de l'exposition des collections de sciences naturelles – Johan Beetz, au musée de la province en 1941 (*"La Presse"*, 1^{er} mars 1941; figure 16)²⁴.

Une contribution reconnue

Après avoir été mise au service de la collectivité, l'expertise de Johan Beetz dans le domaine des sciences naturelles, et plus particulièrement dans le domaine vulpicole, sera soulignée, d'abord par sa patrie d'origine, puis par ses collègues du Québec.

La reconnaissance des pairs

Le 20 juillet 1924, la Belgique le nomme en effet « Chevalier de l'Ordre de Léopold II ». Cet ordre a pour but de distinguer et récompenser tous ceux qui mettent leur

savoir, leur talent, leur dévouement, leur probité et leur idéal au service de la cause du travail. Ce mérite sera décerné à Beetz en raison de l'immense travail accompli sur la Côte-Nord – qu'il venait d'ailleurs de quitter – comme pionnier de l'élevage des animaux à fourrure et, plus généralement, pour l'aide financière accordée à son pays d'adoption (Beetz et Beetz, 1977 : 152-154). Au cours des années 1930, le gouvernement provincial voulut aussi honorer Johan Beetz en lui décernant un doctorat Honoris Causa, et ce, de façon à souligner l'importance de sa contribution dans le domaine de l'élevage des animaux à fourrure. Beetz préféra cependant la soutenance de thèse, ce qu'il fit le 20 mai 1936 à l'Institut agricole d'Oka devant une assistance nombreuse et intéressée. En novembre 1935, Beetz fut fait chevalier de l'Ordre du mérite vulpicole par l'Association des éleveurs de renards argentés en reconnaissance de sa contribution importante à l'amélioration des conditions de l'élevage dans la province de Québec (*L'Événement*, 22 novembre 1935).

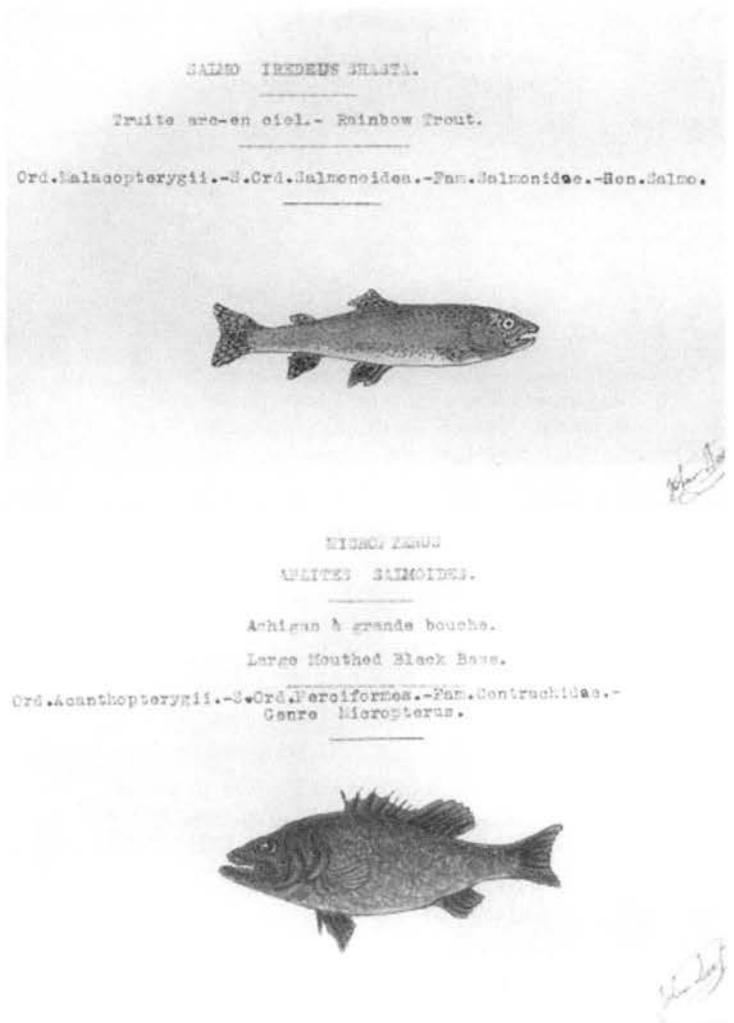


Figure 15. Exemples de fiches de poissons, réalisés par Johan Beetz.
(Collection André Michaud)

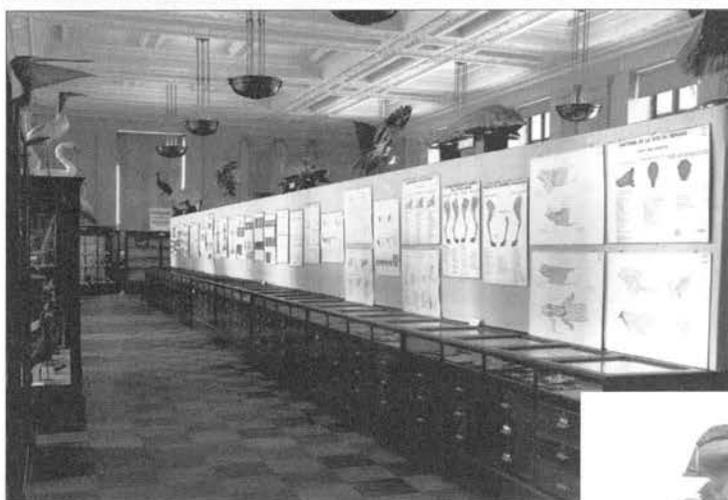
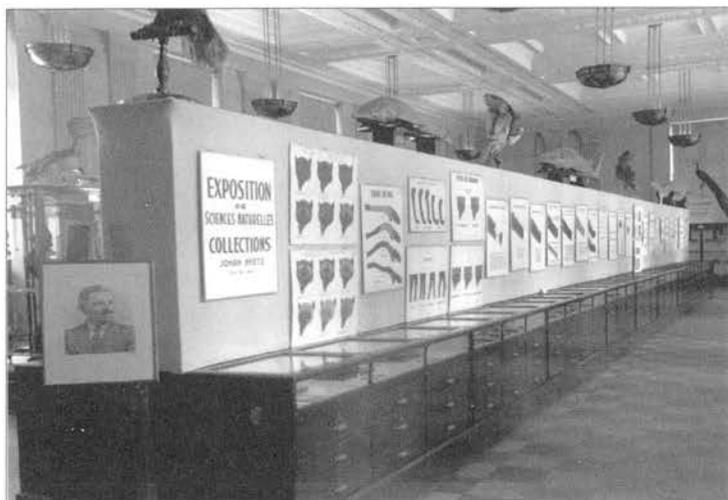


Figure 16. Exposition de sciences naturelles au musée provincial de Québec en 1941
Collection Johan Beetz.
(Collection Paul Carpentier, ANQ)

Un souvenir impérissable sur la Côte-Nord

Pour les gens de la Côte-Nord, « Monsieur Beetz » est demeuré présent dans la mémoire en raison de sa contribution dans le milieu. Il est intéressant de noter que les rapports entre Johan Beetz et les gens de Piashtepeu débordaient les simples relations de négoce. Ses années de formation en médecine lors de sa vie en Europe lui ont notamment permis d'agir comme « médecin » et les habitants de Piashtepeu se souviennent d'abord de « Monsieur Beetz » comme ayant été celui qui pouvait agir dans le domaine médical. L'un des épisodes les plus connus est le rôle qu'il joua pour sauver la population de Piashtepeu des effets dévastateurs de la grippe espagnole.

De nos jours, lorsque les Innus parlent de lui, c'est également en bien : ils disent qu'il sympathisait avec eux et ceux-ci l'aimaient bien. Certains témoins racontent qu'en période d'approvisionnement difficile, les Innus arrêtaient à Piashtepeu pour voir Tshishe-Mishtikushiss qui leur donnaient les denrées nécessaires à la montée dans l'intérieur des terres. On mentionne également que Johan Beetz donnait de l'argent aux Innus qui n'avaient pas réussi à faire une bonne chasse. Outre cette reconnaissance liée à la générosité du personnage, les Innus mentionnent également que la présence de Beetz sur la Côte-Nord a suscité des entrées d'argent auxquelles ils n'étaient pas habitués. Tshishe-Mishtikushiss payait comptant, ce qui était nouveau pour les Innus dont la relation avec les autres commerçants était basée sur le crédit. (Vincent, 2004 : 18-19).

Johan Beetz mourut le 26 mars 1949 (figure 17). Quelques années avant sa mort, il écrira « aucun être humain n'a été plus heureux que moi, pendant mon séjour sur la Côte Nord où j'ai passé les plus belles années de ma vie » (Beetz, *Canevas*, chapitre 15 : 1). Il conservait un attachement profond pour les gens de ce milieu qu'il eut l'occasion de visiter pour une dernière fois en 1932. Beetz notera à la suite de ce voyage : « C'est là que j'ai apprécié et senti que tous ces braves gens du nord (Blancs et Indiens) m'aimaient presque autant que je les appréciais et aimais moi-même. » (Beetz, *Canevas*, chapitre 15 : 1).



Figure 17. Johan Beetz au cours des dernières années de sa vie
(Collections Jules Bernier et Jacques Tanguay).

Depuis la parution dans ces pages de la première partie de la vie de Johan Beetz, un lecteur nous a signalé la parution récente d'une biographie du même personnage, signée par Sylviane Soulain et parue dans la collection « Les grandes figures » chez XYZ sous le titre *Johan Beetz le petit grand Européen*. En somme, conclut l'auteur, cet homme réunissait en lui des qualités qu'on ne trouve que très rarement chez une seule personne : c'était un chercheur, un écrivain, un dessinateur, un homme d'affaires prospère et un père de famille comblé.

Remerciements

Nous désirons remercier les résidants de Baie-Johan-Beetz, Ekuanitshit (Mingan) et Nutashkuan (Natashquan) qui ont aimablement transmis leurs connaissances au sujet de Johan Beetz. Ces remerciements s'adressent également aux membres de la famille Beetz qui, à l'image de leur grand-père Johan, furent hospitaliers et eurent l'amabilité de nous communiquer leurs souvenirs. Enfin, toute notre gratitude aux différentes personnes, professionnels ou autres, pour leur précieuse collaboration. Tous ont concouru d'une façon ou d'une autre à une meilleure compréhension de l'œuvre de Johan Beetz. ◀

14. En 1929, le Québec se classe au deuxième rang de la production canadienne. Comme le précise J.-A. Brassard, « Comprenant toute l'importance de cette nouvelle industrie, qui rapporte déjà à notre pays une récolte annuelle d'environ \$ 5,000,000., nos gouvernements s'y sont intéressés tout particulièrement ».
15. Le 4 avril 1930, par une loi adoptée à l'unanimité des deux chambres, une somme de 100,000 \$ était accordée à l'établissement de cette ferme. Sise à l'arrière des maisons de l'administration, elle fut exploitée de 1932 à 1938. On y fit l'élevage du vison, de renards roux, argentés et de divers croisements. La ferme fut déménagée à Saint-Louis de Courville à l'automne de 1938.
16. L.A. Richard mentionnait dans une brochure que Johan Beetz a été nommé à ce poste car il était « un vieil éleveur chargé d'années d'expériences et de succès ».
17. Beetz s'occupait particulièrement de Québec et des régions plus à l'est. Il y avait entre autres des fermes d'élevage à Québec, Saint-Urbain, Baie Saint-Paul, Saint-Léon-de-Stanton et Saint-Évariste.
18. Nous ne savons malheureusement pas ce qui est advenu par la suite.
19. Outre ces dernières, Beetz s'intéressa aussi aux coquillages. Dans un tout autre domaine, il amassa également une collection ethnologique comprenant, entre autres, des lances en silex, des plats en pierre associés aux Inuits et aux Innus ainsi qu'une veste en peau de loup-marin décorée de motifs floraux fabriquée par les Métis de Piashtepeu.
20. Actif au sein du comité de la ferme expérimentale d'élevage d'animaux à fourrure et du Jardin zoologique de Québec, formé de plusieurs naturalistes, Johan Beetz participe également activement à la création de la Société zoologique de Québec. Fondée le 16 juin 1932, cette société s'implique par la suite au niveau de la recherche, des sciences naturelles en éducation populaire, en plus d'agir comme conseillère et gestionnaire du Jardin zoologique de Québec. Il sera nommé membre à vie de la S.Z.Q.
21. Ce manuscrit est conservé à la bibliothèque du Jardin zoologique de Québec, Charlesbourg.
22. On compte parmi ses réalisations artistiques, *Les Artisans de la Victoire*, une collection de quatre ouvrages, produite pour commémorer la victoire des Alliés durant la Seconde Guerre mondiale.

On y trouve les armoiries de 48 pays alliés ainsi qu'une centaine de portraits des chefs politiques et militaires qui ont été mêlés au conflit planétaire. La valeur de ces volumes a été rehaussée par la signature personnelle de Churchill, Roosevelt, Mackenzie King et d'autres, lors de la conférence de Québec qui réunissait les chefs alliés en 1943. Parmi les autres réalisations d'envergure, mentionnons ses *Livres d'Or*, quatre volumes dans lesquels l'artiste a illustré des scènes de chasse et de pêche en plus de reproduire, avec un souci du détail peu commun, des « mouches » servant à pêcher la truite et le saumon.

23. La collection de Beetz a été conservée dans les caves du parlement jusqu'à l'ouverture du Musée en 1931. Au moment de transférer cette collection dans le nouveau musée de la province, un certain nombre de pièces, dans leur aspect extérieur, avait souffert de mauvaises conditions d'entreposage. Les collections ont été conservées longtemps par la suite avant que le Musée du Québec [aujourd'hui le Musée national des Beaux-Arts du Québec] ne s'en départisse, principalement à cause d'un manque d'espace lié à un changement d'orientation du musée. La plupart des pièces ornithologiques et autres furent alors envoyées dans différents ministères, institutions muséales et scolaires à travers le Québec.
24. Après avoir été exposée dans les vitrines du Musée d'histoire naturelle (second étage, à proximité de la collection Provancher), cette collection d'ornithologie et d'ichtyologie fut ensuite conservée en réserve.

Références

Archives

- FONDS BERNARD-LANDRY, numéro 19, série 3. 1901-1930. « Livres de comptes du marchand Alfred Vigneault de Natashquan. Comptes d'achats et de ventes des pelleteries pour Johan Beetz ».
- FONDS REVILLON FRÈRES, MG 28 III 97, carton 1, Bobine F-1580, « Lettre de Victor Revillon à ses oncles », 2 juin 1902. ANC, 1902-1908. Records of Post-Confederation Corporate Bodies.
- FONDS PIERRE-GEORGES-ROY. Archives nationales du Québec.

Écrits de Johan Beetz

- BEETZ, Johan, « Notes on the eider », texte annoté par Charles W. Townsend, *The Auk*, Vol. 33, N.3, juillet, 1916, p. 286-292.
- BEETZ, Johan, État actuel de la pêche et de la chasse. Quelques constatations, observations, faits et suggestions adressées au Dr J.-E. Bernier, Inspecteur des Pêcheries, 28 septembre 1921, Société historique de la Côte-Nord.
- BEETZ, Johan, L'indispensable à l'éleveur de renards argentés. Trente-cinq années d'expérience scientifique, technique et pratique, Montréal, Librairie Beauchemin Limitée, 1931.
- BEETZ, Johan, "The Indispensable" for Fox Breeders. 35 years of scientific, technical and practical experience, (Translated from the original by Thos. J. Carbray, B.A.), L.B. Beauceville, L'«Eclaireur» Limited, Station Street, 1931.
- BEETZ, Johan, « Accouplement des visons », *Le journal d'agriculture*, 20 janvier 1934.
- BEETZ, Johan, « Manière efficace d'administrer les pilules anti-vers aux renardeaux et quelques autres conseils utiles », *Le journal d'agriculture*, 26 mai 1934.
- BEETZ, Johan, « Quelques conseils et renseignements utiles et pratiques pour les éleveurs d'animaux à fourrure (Art.2) », *Le journal d'agriculture*, 30 juin 1934.
- BEETZ, Johan, « Aux éleveurs de renards. L'alimentation des renards pendant l'été (Art.3) », *Le journal d'agriculture*, Vol. 38, N. 4, 28 juillet 1934.
- BEETZ, Johan, Thèse sur les informations et les sécrétions pigmentaires et dermiques des renards argentés, Institut agricole d'Oka, 1935.
- BEETZ, Johan, « L'élevage du renard », *Le Terroir*, Revue mensuelle illustrée, vol. 18, n.1, juin, 1936.

- BEETZ, Johan, La fourrure du renard argenté, Thèse de doctorat, Publication du ministère des Chasses et des Pêcheries, (publié avec l'autorisation de l'Institut Agricole d'Oka), juillet 1936.
- BEETZ, Johan, Le Castor canadien. Résumé de ses observations sur la Côte-Nord du Saint-Laurent, date inconnue, Société historique de la Côte-Nord.
- BEETZ, Johan, Le caribou du nord du fleuve. Résumé de ses observations sur la Côte-Nord du Saint-Laurent, date inconnue, Archives nationales du Québec.
- BEETZ, Johan, Mammifères du Canada classés par provinces, Complément éducatif indispensable faisant suite à la carte zonée-faunique du Jardin zoologique, bibliothèque du Jardin zoologique, non daté.
- BEETZ, Johan, Lecture pour convention ornithologique, Texte de conférence prononcé lors d'une convention ornithologique, date inconnue, Société historique de la Côte-Nord.
- BEETZ, Johan, Canevas. Aide-mémoire. La Côte Nord du golfe Saint-Laurent en seize chapitres, date inconnue, Société historique de la Côte-Nord.

Autres références

- ANONYME, « Décoration du mérite vulpicole », Journal L'Événement, 22 novembre 1935.
- ANONYME, « Première thèse de doctorat soutenue par M. Johan Beetz à l'Institut Agricole d'Oka », Journal La Presse, juin 1936.
- ANONYME, « Intéressante exposition à Québec. Ouverture, à 3 hres, de l'exposition de M. Johan Beetz », Journal La Patrie, 2 mars 1941.
- ANONYME, « Un Québécois est l'auteur d'une magnifique histoire de la guerre mondiale en dessins à la plume », Petit journal, 9 septembre 1945.
- ANONYME, « Le pionnier de l'élevage du renard dans le Québec. Ce fut un Belge qui en plus d'être chasseur fut naturaliste et artiste », Journal "La Patrie", 21 mars 1954.
- ANONYME, « Johan Beetz », Journal "La Côte-Nord", section « Nos gens vus par les contemporains », mercredi, 13 février 1963.
- ANONYME, « Baie-Johan-Beetz: un conte de fée », Journal "La Côte-Nord", 2 avril 1969.
- ANONYME, Mémoire de la bande de Mingan à la Commission des biens culturels du Québec concernant l'avenir de l'archipel de Mingan, 4 juillet 1979.
- AUBURN, Hugues, « Johan Beetz: un pionnier, un village, un livre », Journal "Le Nordic", 8 juin 1977.
- BACON, Joséphine, Tshishe Mishikuashisht. Le petit grand européen. De la Belgique à la Côte-Nord du Saint-Laurent: une histoire d'amitié, Office national du film, Montréal, 1997.
- BEETZ, Jeannette et Henry, La merveilleuse aventure de Johan Beetz, Leméac, Montréal, 1977.
- BEAUDIN, Réjean, « Johan Beetz, un immigrant créatif », La revue d'histoire de la Côte-Nord, N. 13, 1990.
- BERGERON, Yves, Un patrimoine commun: les musées du Séminaire de Québec et de l'Université Laval, Musée de la Civilisation, Québec, 2002.
- BRASSARD, J.-A. « Le Jardin zoologique de Québec. Les causes qui lui ont donné naissance. – Ce qu'il est appelé à devenir », *L'élevage des animaux à fourrure*, Bulletin publié par le Département de la colonisation, de la chasse et des pêcheries, vol. 1, n.7, 15 février 1932.
- BRASSARD, J.-A. Les vingt-cinq années du jardin zoologique de Québec, brochure historique, Jardin Zoologique de Québec.
- BRASSARD, J.-A. « Un pionnier: M. Johan Beetz », Le journal d'agriculture, Vol. 39, N. 51, 20 juin 1936.
- BRASSARD, J.-A. « Un pionnier: M. Johan Beetz », La Presse, Montréal, 23 mai 1936.
- CAYOUILLE, Raymond, Notes historiques sur le jardin zoologique de Québec, brochure historique du Jardin zoologique.
- CHAMBERS, E.T.D, L'élevage domestique des animaux à fourrures dans la province de Québec: exposé des meilleures méthodes touchant la reproduction des renards et l'élevage domestique des autres animaux à fourrures, Ministère de la colonisation, des mines et des pêcheries, Québec, 1913.
- CHOUINARD, Ivan, « L'aventure de Johan Beetz », Journal L'Avenir, 28 mai 1977.
- DALLAIRE, Roland, « Causerie à la radio », Revue des éleveurs de renards, vol. 1, no.7, avril 1935
- DÉSY, Pierrette, « Ascension et déclin de Revillon Freres au Canada » in, Bruce Trigger, Toby Morantz et Louise Dechènes (éd.), Le castor fait tout, Selected Papers of the Fifth North American Fur Trade Conference, 1985, Montréal, Canada, 1985.
- DU CORRESPONDANT DE LA PRESSE. « L'industrie des animaux à fourrures dans la province de Québec depuis sa naissance jusqu'à l'époque actuelle », Journal "La Presse", section « La vie agricole », Montréal, 7 décembre 1935.
- DU CORRESPONDANT DE LA PRESSE. « Exposition de collections scientifiques. L'hon. M. Godbout l'inaugure au Musée provincial. – Le Dr J. Beets », Journal "La Presse", 1^{er} mars 1941.
- DUHAMEL, Alain, « L'aventure de Johan Beetz. Un jeune homme de bonne famille sur la Côte-Nord. », Journal Le Devoir, 1977.
- GARNIER, Louis, Du cométique à l'avion. Les Pères Eudistes sur la Côte-Nord (1903-1946). Notes et souvenirs d'un ancien missionnaire, Québec, 1947.
- GARNIER, Louis, Dog Sled to Airplane: A History of the St. Lawrence North Shore; translated from the French by Helene A. Nantais and Robert L. Nantais, Québec, 1949.
- HARDING, A.R., Fur Farming. A book of information about fur bearing animals, enclosures, Habits, Care, etc, Published by A.R. Harding, Publisher, Columbus, Ohio, 1909.
- HARRIS, Lynda, Revillon Freres Trading Company Limited Fur Traders of the North, 1901-1936, 2 volumes, Historical Planning and Research Branch, Ministry of Culture and Recreation, April 1976.
- HOYLE, Gwyneth, « The Search for Silver: Johan Beetz and the Birth of the Fox-Breeding Industry », pp. 315-330. Article tiré de Fiske, Jo-Anne, Susan Sleeper-Smith, William Wicken, *New Faces of the Fur Trade. Selected Papers of the Seventh North American Fur Trade Conference*, Halifax, Nova Scotia, Michigan State University Press, 1998.
- JONES, J. Walter, L'élevage des animaux à fourrures au Canada, Montréal, Gazette Printing Co., Limited, 1913.
- LEGAULT, Joseph Napoléon. "Vente par J. Auguste Richard, marchand et manufacturier de Montréal à Johan Beetz, le 3 mai 1913". Acte de vente passé devant le notaire Joseph Napoléon Legault, N° 4449.
- Mallet, Thierry, Kakoot. Récits du pays des Caribous. Traduit de l'anglais, présenté et annoté par Michèle Therrien, Septentrion, 2000.
- MORAS, Adelard, « M. Johan Beetz », La revue des éleveurs de renards, Vol. 1, N.6, mars 1935.
- MORIN, Donald. « Un savant belge de Québec a découvert le secret de bien conserver les corps humains en les momifiant », Le Petit Journal, 27 février 1949.



Assurance Automobile et Habitation

Assurance des Entreprises

Assurance Vie et Services Financiers

418-628-4125

www.assuratheque.com

8500, boul. Henri-Bourassa, bureau 200, Charlesbourg (Québec) G1G 4B9
1 800 463-4125 • télécopieur : 418-628-6427

- PHANEUF, Jean-Baptiste, « L'élevage du renard argenté au Québec et le Dr Rosario Rajotte », *Le Vétéran*, Numéro 13, Automne-hiver, 2001-02, pp. 6-14.
- POTVIN, Damase, Puyjalon. Le solitaire de l'Isle-à-la-chasse, section « Johan Beetz à "Plastre-Baie" », *Les Oubliés*, N° 1, Québec, 1938.
- POTVIN, Damase, « L'œuvre de patience et d'art inestimable d'un artiste de Québec qui vient de mourir », *La Patrie*, dimanche, 28 août 1949.
- POTVIN, Damase, « Un seul village du Québec et peut-être du Canada entier échappa à la grippe espagnole en 1918 grâce à un savant Québécois, le D^r Johan Beetz », *L'information médicale et paramédicale*, Montréal, 20 mai 1958.
- POTVIN, Damase, « Québec a possédé un Fragonard bien supérieur à celui du dix-huitième siècle en France », *L'information médicale et paramédicale*, Montréal, 18 novembre 1958.
- POTVIN, Damase, « Le hibou, gangster de nos forêts », *La Patrie*, (A compléter)
- PRATTE, Gilles, « Les 400 planches de M. Beetz iront-elles à un musée américain ? », *La Presse*, 13 novembre 1961.
- REVILLON, Victor, *Aventures d'un gentleman trappeur au Nouveau monde*, Hachette, Paris, 1980. Réédition sous un autre titre de l'ouvrage parût à petit tirage en 1955 sous le titre *70 années à travers le monde*, Imprimerie Souchet, Paris.
- RICHARD, Louis-Arthur, *L'élevage des animaux à fourrure. Le Jardin zoologique de Québec*, Bulletin publié par le département de la colonisation, de la chasse et des pêcheries, vol. 1, no.7, 15 février 1932.
- ROUILLARD, Eugène, *La Côte-Nord du Saint-Laurent et le Labrador canadien*, Typ. Laflamme & Proulx, Québec, 1908.
- ROY, Pierre-Georges, « Les premiers renards argentés », *ANC*, Fonds Pierre-Georges Roy.
- RUBTSOV, Nikolai, *The Fox Gene Map*, *ILAR Journal Online*, vol 39 (2/3), 1998.
- SEXÉ, Marcel, *Histoire d'une famille et d'une industrie pendant deux siècles, 1723-1923*, Paris, Plon, 1923, 127p.
- STUCKER, Eugène, « Colossale oeuvre scientifique et artistique que le Canada se doit d'acquérir et d'utiliser », *La Patrie*, dimanche le 27 avril 1947.
- THERRIEN, Michèle, « Revillon Frères et la traite des fourrures au Canada au début du XX^e siècle », pp. 106-137. Article tiré de Thierry Lefrançois et coll. ; *La traite des fourrures. Les Français et la découverte de l'Amérique du Nord*, Éditions de l'Albaron, 1992.
- TOWNSEND, Charles Wendell, *A Labrador Spring*, Boston, Dana Estes & Company, 1910.
- TOWNSEND, Charles Wendell, *In Audubon's Labrador*, Boston and New York, Houghton Mifflin Company, The Riverside Press, Cambridge, 1918.
- TRUDEL, François, « Les Français et la traite canadienne de la fourrure après 1820 », pp. 86-105. Article tiré de Thierry Lefrançois et coll. ; *La traite des fourrures. Les Français et la découverte de l'Amérique du Nord*, Éditions de l'Albaron, 1992.
- VIGNEAU, Placide, *Un pied d'ancre. Journal de Placide Vigneau. Trois quarts de siècle d'histoire sur la Côte-Nord, le Labrador et les Iles de la Madeleine (1857-1926)*, Document présenté par Gérard Gallienne et annoté par Mgr René Bélanger, p.d., Imprimerie Le Quotidien, Lévis, 1969.
- VINCENT, Sylvie, *Johan Beetz vu par les Innus*, Rapport de recherche remis à Parcs Canada, 2004.

Biotechnologies médicale, agroalimentaire, végétale, environnementale et bioéthique.



Biologie n.f. (de *bio-* et *-logie*)
Étude de la vie, de notre environnement, de notre milieu de vie.

LES BIOLOGISTES SONT SUR LA LIGNE DE FRONT

Les biologistes agissent en tant que professionnels de la vie pour traiter des questions à propos **des CHANGEMENTS CLIMATIQUES, des MANIPULATIONS GÉNÉTIQUES, de la GESTION DES RESSOURCES NATURELLES, du CONTRÔLE DE LA QUALITÉ DE L'EAU, de L'AIR et du SOL** et bien d'autres domaines. Leur recherche, analyse et distribution de l'information permettent à la société de prendre des décisions plus éclairées et ainsi de promouvoir le développement durable. Le travail et l'apport du biologiste sont **INDISPENSABLES** dans plusieurs domaines névralgiques de la société et de l'économie québécoises.

> Depuis 1973, l'Association des biologistes du Québec regroupe des biologistes œuvrant dans les divers champs d'exercice de la profession. Sa mission est de favoriser la recherche, l'enseignement et la diffusion d'information en biologie et d'assurer la protection du public en matière de qualité des services fournis par ses membres.



abq Association
des biologistes
du Québec

1208, rue Beaubien Est
bureau 102, Montréal H2S 1T7
Tél. : (514) 279-7115 Téléc. : (514) 279-9315
abq@qc.aira.com www.abq.qc.ca

L'île des Cascades, un trésor floristique au confluent du Saint-Laurent et de l'Outaouais

André Sabourin, Denis Paquette et Jean Faubert

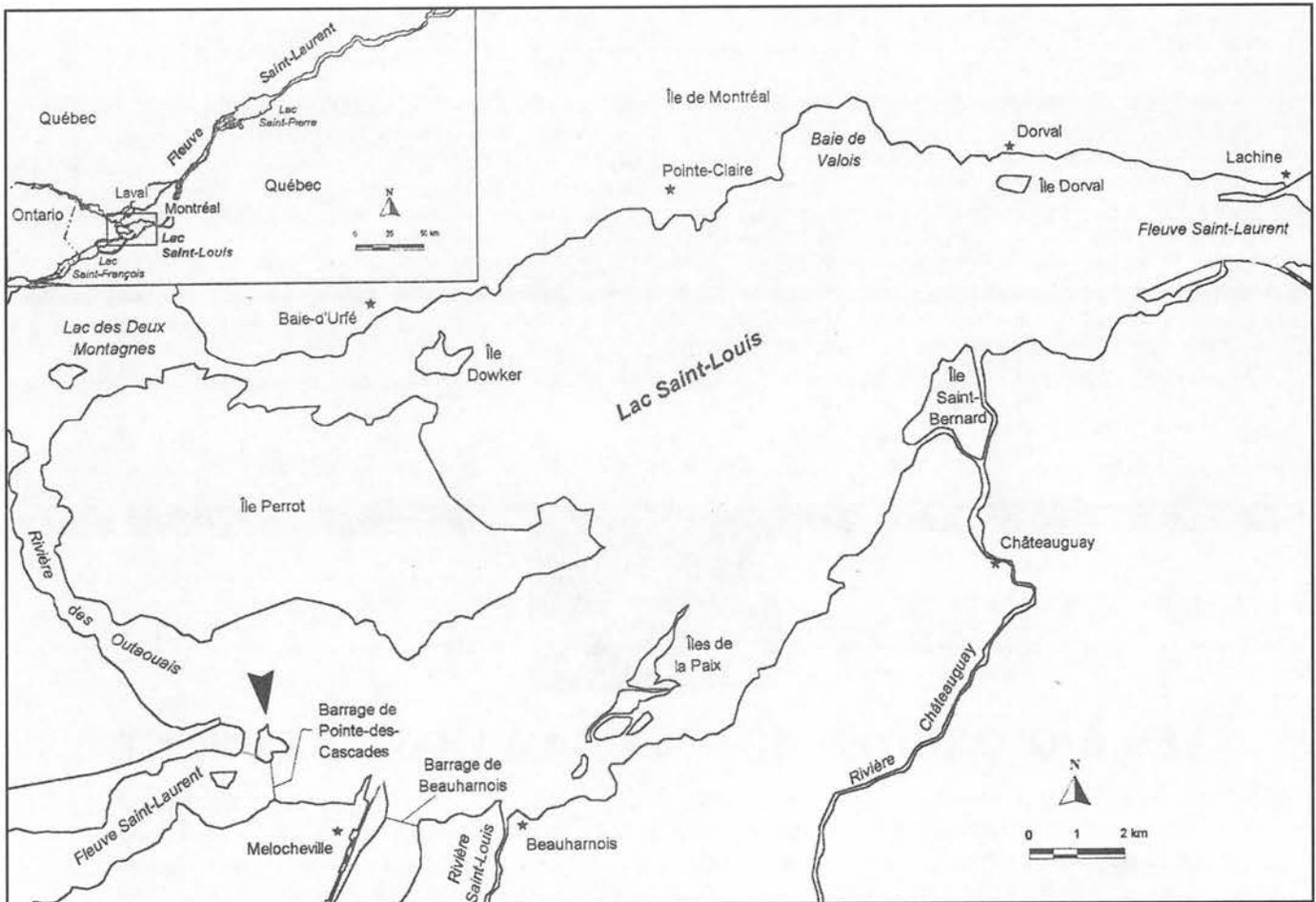


Figure 1. La flèche indique l'île des Cascades.

Introduction

L'île des Cascades est située sur le fleuve Saint-Laurent, à l'ouest du lac Saint-Louis et de l'archipel d'Hochelaga. Bien qu'elle soit baignée par les eaux vertes du Saint-Laurent, elle est aussi à une des embouchures de l'Outaouais dans le fleuve, vis-à-vis l'île Perrot (figure 1). Elle fait partie de la municipalité de Pointe-des-Cascades, dans la MRC Vaudreuil-Soulanges, en Montérégie. Sa superficie est d'environ 15 ha. Les coordonnées générales sont : 45° 19' 50" de latitude nord, 73° 56' 40" de longitude ouest, et à 25 m d'altitude.

Les affleurements rocheux sont présents presque partout (figure 2). Il s'agit de grès de Potsdam (formation de Covey Hill), auquel se mélange parfois de la dolomie de Beekmantown (Clark, 1972). L'île appartient à Hydro-

Québec et se situe entre deux sections du barrage de Pointe-des-Cascades, réunies par un talus traversant l'extrémité ouest de l'île. L'île des Cascades se trouve sur le seuil occidental du lac Saint-Louis et elle est entourée de rapides ou d'eaux vives.

La première visite de cette île fut effectuée en 1998, dans le cadre d'une recherche sur les alvars du Québec (Cayouette *et al.*, 2001). Deux espèces de plantes typiques des alvars (*Panicum flexile*, *Trichostema brachiatum*) y avaient déjà été récoltées par L. Lévesque et G. Pageau, en 1963. Devant le grand nombre d'espèces de plantes menacées ou

André Sabourin est consultant en botanique.
Denis Paquette est retraité de l'enseignement.
Jean Faubert est botaniste amateur, spécialisé en bryologie.



Figure 2. Affleurement de grès à l'île des Cascades

vulnérables observées lors de la première visite et la diversité des habitats, plusieurs excursions furent réalisées entre 1998 et 2004. Les récoltes des plantes vasculaires ont été déposées à l'herbier Marie-Victorin (MT); la taxinomie utilisée est celle de Labrecque et Lavoie (2002) ou de Marie-Victorin (1997). Jean Faubert a identifié les bryophytes, parfois à partir de récoltes de Christian Grenier, et a déposé une partie des spécimens récoltés à l'herbier Louis-Marie (QFA); la taxinomie est celle proposée par USDA, NRCS (2004).

Des plantes du Saint-Laurent, de l'Outaouais et du Richelieu

L'île est située au confluent de deux des plus importants cours d'eau du Québec méridional, le fleuve Saint-Laurent et la rivière des Outaouais. Sa localisation dans l'archipel d'Hochelaga la favorise en outre, en raison d'une communication probable entre l'archipel et les eaux du Richelieu (entre Saint-Jean – Chambly et Laprairie), au moment du retrait de la mer de Champlain (Raymond, 1950; Marie-Victorin, 1997). La présence de plantes provenant de régions situées en amont sur le Saint-Laurent (sud-ouest), de l'Outaouais (nord-ouest), et du système Richelieu – lac Champlain (sud-est), font de l'île des Cascades un endroit stratégique pour la flore.

Les liens unissant la flore de l'île des Cascades et celles du Haut-Saint-Laurent, de l'Outaouais et du Richelieu sont évidents (Raymond, 1950). On peut citer en exemple des espèces présentes en amont dans un des trois systèmes

hydrographiques, tout en étant absentes des deux autres (Rousseau, 1974; Catling, 1995; Farrar, 1995; Labrecque et Lavoie, 2002):

- le *Floerkea proserpinacoides* est parfois dominant sur les îles du Haut-Saint-Laurent;
- le *Sporobolus heterolepis* est présent sur les alvars de l'Outaouais;
- l'*Alnus serrulata*, de la plaine côtière atlantique, est présent dans la vallée du Richelieu;
- le *Bryum rubens* est présent sur une île de la rivière Niagara.

Des groupements végétaux diversifiés

Nous avons dénombré 17 groupements végétaux sur l'île des Cascades, chacun associé à un type d'habitat particulier, qui varient selon la profondeur des sols, le type d'assise rocheuse et l'humidité du substrat. Les espèces dominantes ou fréquentes sont présentées pour chacun des groupements végétaux, ces derniers regroupés selon trois types physiologiques principaux : les herbaçaies, les arbustaies et les boisés. Les bryophytes sont indiquées seulement lorsque leur abondance est un élément important du groupement discuté.

Les herbaçaies

1. **Prairie rocheuse sur alvar** : groupement à *Sporobolus heterolepis*, *Allium canadense* et *Panicum flexile*; avec *Trichostema brachiatum*, *Verbena simplex*, *Saxifraga virginensis*, *Poa pratensis*, *Sorghastrum nutans* et *Sporobolus compositus* var. *compositus*; arbustes : *Cornus racemosa*, *Physocarpus opulifolius* et *Ceanothus americanus*; arbres : *Ulmus americana* et *Quercus rubra*; bryophytes : *Drepanocladus aduncus*, *Lophocolea heterophylla*, *Thuidium delicatulum* et *Tortella tortuosa*.
2. **Prairie rocheuse sur affleurements de grès** : groupement à *Rumex acetosella*, *Solidago rugosa* et *Corydalis semper-virens*; avec *Deschampsia flexuosa*, *Carex communis* et *Poa pratensis*; arbustes : *Rhus typhina*, *Rubus alleghaniensis* et *Prunus pennsylvanica*; arbres : *Fraxinus americana*, *Betula populifolia* et *Ulmus americana*; bryophytes : *Polytrichum juniperinum*, *Ceratodon purpureus*.
3. **Herbaçaie humide** : groupement à *Matteuccia struthiopteris*, *Heracleum maximum* et *Floerkea proserpinacoides*; avec *Erythronium americanum*, *Triosteum aurantiacum* et *Urtica dioica* subsp. *gracilis*; arbustes : *Cornus stolonifera*, *Vitis riparia* et *Parthenocissus vitacea*; arbres : aucun.
4. **Herbaçaie riveraine** : groupement à *Phalaris arundinacea*, *Bolboschoenus fluviatilis* et *Spartina pectinata*; avec *Impatiens capensis*, *Lythrum salicaria*, *Typha*

angustifolia, *Phragmites australis*, *Eupatorium maculatum*, *Eleocharis palustris* et *Schoenoplectus acutus*;

arbustes : *Salix* spp.;

arbres : *Salix* cf. *x rubens*;

bryophytes : *Calliergon cordifolium* et *Aulacomnium palustre*.

5. **Herbaciaie riveraine rocheuse** : groupement à *Phalaris arundinacea*, *Bidens frondosa* et *Spartina pectinata*; avec *Agalinis tenuifolia*, *Verbena hastata*, *Polygonum hydropiper* et *Cyperus strigosus*;
arbustes : *Salix interior*;
arbres : aucun;
bryophytes : *Bryum pseudotriquetrum*, *Hygroamblystegium tenax* et *Leptodictyum riparium*.
6. **Herbier aquatique** : groupement à *Schoenoplectus lacustris*, *Schoenoplectus pungens* et *Eleocharis palustris*; avec *Lythrum salicaria*, *Spartina pectinata* et *Phragmites australis*;
arbustes : aucun;
arbres : aucun;
bryophytes : *Leptodictyum riparium*.
7. **Herbaciaie aquatique** : groupement à *Scirpus pedicellatus*, *Boehmeria cylindrica* et *Polygonum amphibium*; avec *Polygonum pensylvanicum*, *Polygonum hydropiper* et *Lythrum salicaria*;
arbustes : *Cornus stolonifera* et *Vitis riparia*;
arbres : aucun;
bryophytes : *Leptodictyum riparium*.
8. **Herbaciaie sur microfalaie ombragée** : groupement à *Aquilegia canadensis*, *Dryopteris marginalis* et *Potentilla arguta*;
avec *Saxifraga virginiana* et *Cystopteris fragilis*;
arbustes : *Rhus radicans*, *Rhamnus cathartica*, *Crataegus chrysocarpa* et *Symphoricarpos albus*;
arbres : *Fraxinus pennsylvanica*, *Ulmus americana* et *Tilia americana*;
bryophytes : *Anomodon attenuatus*, *Plagiomnium cuspidatum* et *Porella platyphylla*.

Les arbustiaies

9. **Arbustiaie rocheuse sur alvar** : groupement à *Cornus racemosa*, *Rhus typhina* et *Ceanothus americanus*;
avec *Vitis riparia*;
plantes herbacées : *Zizia aurea*, *Solidago altissima* et *Carex* cf. *radiata*;
arbres : *Ulmus americana* et *Fraxinus pennsylvanica*;
bryophytes : *Bryum caespitium* et *Tortella tortuosa*.
10. **Arbustiaie sur affleurement de grès** : groupement à *Vaccinium myrtilloides*, *Vaccinium corymbosum* et *Gaylussacia baccata*;
avec *Aronia melanocarpa*, *Amelanchier alnifolia* et *Amelanchier canadensis*;
plantes herbacées : *Rumex acetosella*, *Deschampsia flexuosa* et *Carex communis*;
arbres : *Quercus rubra* et *Acer rubrum*;

bryophytes : *Aulacomnium palustre* et *Polytrichum juniperinum*.

11. **Arbustiaie rocheuse sur grès dolomitique** : groupement à *Cornus racemosa*, *Rhus typhina* et *Staphylea trifolia*;
avec *Rosa blanda*, *Zanthoxylum americanum*, *Lonicera tatarica* et *Crataegus* spp.;
- plantes herbacées : *Heracleum maximum* et *Floerkea proserpinacoides*;
arbres : *Quercus rubra*, *Carya cordiformis* et *Carya ovata*;
bryophytes : *Polytrichum commune* et *Racomitrium canescens*.
12. **Arbustiaie rocheuse sur grès** : groupement à *Rubus alleghaniensis*, *Rubus idaeus* et *Rhus typhina*;
avec *Parthenocissus vitacea*;
- plantes herbacées : *Polygonum scandens*, *Poa pratensis* et *Solidago altissima*;
arbres : *Quercus rubra*, *Carya cordiformis* et *Tilia americana*.
13. **Arbustiaie humide** : groupement à *Cornus stolonifera*, *Staphylea trifolia* et *Parthenocissus vitacea*;
avec *Vitis riparia*;
- plantes herbacées : *Onoclea sensibilis*, *Phalaris arundinacea*, *Arisaema triphyllum* subsp. *stewardsonii* et *Veronica scutellata*;
arbres : *Ulmus americana* et *Fraxinus pennsylvanica*;
bryophytes : *Amblystegium varium*.
14. **Arbustiaie marécageuse** : groupement à *Cephalanthus occidentalis*, *Fraxinus pennsylvanica* et *Cornus stolonifera*;
- plantes herbacées : *Impatiens capensis*, *Onoclea sensibilis*, *Polygonum hydropiper* et *Bidens connata*;
arbres : *Fraxinus pennsylvanica*;
bryophytes : *Dichelyma capillaceum*.

Les boisés

15. **Boisé sur grès dolomitique** : groupement à *Tilia americana*, *Carya cordiformis* et *Carya ovata*;
avec *Ulmus americana*, *Quercus rubra*, *Fraxinus americana* et *Celtis occidentalis*;
- plantes herbacées : *Hydrophyllum virginianum*, *Dicentra cucullaria* et *Erythronium americanum*;
arbustes : *Rubus idaeus*, *Prunus virginiana* et *Staphylea trifolia*;
bryophytes : *Leskea polycarpa* et *Plagiomnium cuspidatum*
16. **Boisé sur grès dolomitique** : groupement à *Fraxinus americana*, *Carya ovata* et *Carya cordiformis*;
avec *Tilia americana* et *Ulmus americana*;
- plantes herbacées : *Heracleum maximum*, *Floerkea proserpinacoides* et *Impatiens capensis*;
arbustes : *Prunus virginiana*, *Rhus radicans* et *Parthenocissus vitacea*
17. **Boisé sur grès** : groupement à *Quercus rubra*, *Acer rubrum* et *Fagus grandifolia*;
avec *Prunus serotina*;

plantes herbacées : *Erythronium americanum*, *Dryopteris intermedia*, *Maianthemum racemosum* et *Carex communis*;

arbustes : *Vaccinium corymbosum*, *Amelanchier* sp. et *Rhamnus frangula*.

Parmi ces groupements, certains peuvent être considérés comme rares au Québec, notamment ceux qui sont formés d'espèces menacées ou vulnérables ou qui dominent rarement le couvert végétal. Ce sont les numéros 1, 3, 9, 11, 15 et 16.

L'alvar

Les alvars sont des habitats rares sur la planète et ils ne se trouvent qu'autour des Grands Lacs, en Amérique du Nord, et de la mer Baltique, dans le nord de l'Europe. En Amérique du Nord, l'extrême sud du Québec et les environs du lac Champlain au Vermont constituent l'extrémité orientale de l'aire de répartition des alvars (Catling et Brownell, 1995).

Les alvars se caractérisent par un habitat naturel ouvert, sur des affleurements rocheux calcaires et plats, subissant des inondations temporaires et des sécheresses estivales, le tout sur des sols très minces. Il en résulte une végétation composée surtout d'herbacées et de muscinaies, avec quelques groupements arbustifs et des arbres plus ou moins isolés. Le substrat rocheux peut être formé de calcaire, de dolomie ou de marbre; des cas uniques peuvent se rencontrer sur des intrusions montérégiennes basiques, ou sur du grès dolomitique (figure 3), comme c'est le cas à l'île des Cascades (Clark, 1972).



Figure 3. Vue sur l'alvar au sud-ouest de l'île des Cascades

La présence de nombreuses espèces de plantes vasculaires menacées ou vulnérables qui sont reconnues comme calcicoles, nous démontre l'évidence de la dolomie dans le grès. Ainsi, 17 espèces vasculaires, sur les 33 qui apparaissent au tableau 1, sont calcicoles selon Labrecque et Lavoie (2002); ce sont : *Arabis laevigata*, *Asplenium platyneuron*, *Cardamine concatenata*, *Carex cephalophora*, *Carex hirtifolia*, *Carex hitchcockiana*, *Celtis occidentalis*, *Cerastium nutans*

var. *nutans*, *Myosotis verna*, *Panicum flexile*, *Panicum philadelphicum*, *Sorghastrum nutans*, *Sporobolus compositus* var. *compositus*, *Sporobolus heterolepis*, *Staphylea trifolia*, *Trichostema brachiatum*, *Verbena simplex*.

Certaines des espèces sont typiques des alvars puisque la grande majorité (entre 71 et 100 %) de leurs occurrences québécoises et ontariennes se trouvent sur des alvars (Catling, 1995; Cayouette *et al.*, 2001); c'est le cas pour six espèces, *Myosotis verna*, *Panicum flexile*, *Panicum philadelphicum*, *Sporobolus heterolepis*, *Trichostema brachiatum*, *Verbena simplex* (figure 4). D'autres espèces présentes sur l'alvar entrent aussi dans cette catégorie en Ontario (Catling, 1995) : *Eleocharis compressa* var. *compressa* (qui pourrait être inclus dans la prochaine liste des plantes vasculaires menacées ou vulnérables du Québec) et *Scutellaria parvula*.

Nous pouvons faire un constat similaire pour les bryophytes : cinq des dix espèces mentionnées au tableau 1 sont aussi des calcicoles reconnues. Il s'agit de : *Bryum klinggraeffii*, *Bryum rubens*, *Cololejeunea biddlecomiae*, *Grimmia olneyi* et *Reboulia hemisphaerica*. Par ailleurs, huit des 19 espèces de bryophytes rares ou phytogéo-graphiquement intéressantes trouvées sur l'île (42 %) sont des calciphiles reconnues.

L'alvar de l'île des Cascades couvre une superficie approximative de trois hectares, soit à peu près le cinquième de toute l'île. Il occupe trois secteurs, le plus vaste au sud-ouest de l'île, puis un autre au nord-ouest et un à l'ouest, près du talus du barrage. Il s'agit ici d'un alvar de plateau du type prairie rocheuse à graminées des plaines de l'Ouest (Cayouette *et al.*, 2001) et comprend notamment des



Figure 4. *Verbena simplex* et cailloux dolomitiques sur l'alvar du sud-ouest de l'île des Cascades

graminées comme les *Sporobolus heterolepis*, *Panicum flexile*, *Sorghastrum nutans*, *Sporobolus compositus* var. *compositus*, mais aussi les *Allium canadense*, *Saxifraga virginiana*, *Trichostema brachiatum* et *Verbena simplex*.

Il est possible qu'anciennement cet alvar ait été un alvar riverain (plutôt que de plateau), avant la construction des barrages dans la région de Beauharnois – Valleyfield



Figure 5. Jeunes plants de *Polygonum douglasii* subsp. *douglasii* Île des Cascades, le 29 mai 2004



Figure 6. *Myosotis verna* Alvar de l'île des Cascades, le 29 mai 2004

et le détournement d'une grande partie des eaux du fleuve Saint-Laurent dans le canal de Beauharnois, faisant baisser le niveau des eaux du fleuve en amont de l'île des Cascades. À cette époque, l'alvar devait subir des inondations printanières venant du débordement du fleuve, ce qui n'est presque plus le cas de nos jours.

Vingt-quatre espèces de plantes vasculaires menacées ou vulnérables au Québec (tableau 1) sont présentes sur l'alvar et en font l'alvar le plus riche du Québec (Cayouette *et al.*, 2001).

Les plantes vasculaires menacées ou vulnérables

Au total, 33 espèces (près de 10 % de tous les taxons [375] vasculaires) sont des plantes menacées ou vulnérables ou susceptibles d'être ainsi désignées, et démontrent la richesse exceptionnelle de la flore vasculaire de l'île des Cascades (tableau 1) (Labrecque et Lavoie, 2002). Trente-deux espèces sont classées périphériques nord indiquant le caractère méridional de l'île des Cascades, non seulement avantagée par sa position géographique mais aussi par ses sols calcaires (dolomie). Selon Rousseau (1974), ce sont des milieux basiques prolongeant l'aire de répartition des taxons méridionaux vers le nord.

Signalons les aspects les plus intéressants des découvertes effectuées à l'île des Cascades pour la flore vasculaire menacée ou vulnérable :

- Taxons désignés au Québec, selon Labrecque et Lavoie (2002) et MDDEP (2005) : *Allium tricoccum* (vulnérable), *Arisaema dracontium* (menacée), *Floerkea proserpinacoides* (vulnérable), *Polygonum douglasii* subsp. *douglasii* (vulnérable) (figure 5), *Verbena simplex* (menacée).
- Taxon considéré en péril au Canada par le COSEPAC (2004) : *Arisaema dracontium* (préoccupant).
- Taxons rares au Canada selon Argus et Pryer (1990) : *Alnus serrulata*, *Arisaema dracontium*, *Bidens discoidea*, *Gaura biennis*, *Lycopus americanus* var. *laurentianus*, *Sporobolus compositus* var. *compositus*.

- Taxons S1; statut subnational; les espèces les plus rares du Québec selon Labrecque et Lavoie (2002) : *Alnus serrulata*, *Carex molesta*, *Cerastium nutans* var. *nutans*, *Gaura biennis*, *Myosotis verna*, *Sporobolus compositus* var. *compositus*, *Sporobolus heterolepis*, *Trichostema brachiatum*, *Verbena simplex*.
- Taxons en voie d'être désignés menacés ou vulnérables (J. Labrecque, communication personnelle, 2004) : *Floerkea proserpinacoides*, *Verbena simplex*.
- Taxons rarissimes (une ou deux occurrences) au Québec, selon Labrecque et Lavoie (2002) et des observations personnelles : *Gaura biennis* (deux occurrences), *Myosotis verna* (une occurrence), *Verbena simplex* (deux occurrences).
- Taxon nouveau au Québec : *Myosotis verna* (figure 6) (voir Sabourin, 2003).
- Taxon maintenant considéré indigène au Québec par sa découverte à l'île des Cascades : *Gaura biennis*.
- Taxons considérés historiques (récoltes de 25 ans et plus) au Québec en 1992 (Lavoie, 1992) et localisés à l'île des Cascades : *Sporobolus compositus* var. *compositus*, *Verbena simplex*.
- Extensions d'aire importantes : *Myosotis verna* (à 150 km de Weybridge, comté d'Addison, au Vermont, selon Seymour, [1969]), *Polygonum douglasii* subsp. *douglasii* (à 125 km de Charlotte, comté de Chittenden, au Vermont, selon Seymour, [1969]).

Les bryophytes rares

Généralement inconnues du public, les bryophytes n'ont habituellement pas de nom commun ou français. De même, elles sont parfois négligées lors des travaux botaniques. Contrairement aux végétaux vasculaires, le statut exact des espèces du Québec est souvent inconnu et sujet à spéculation. L'information fournie au tableau 1 en est donc nécessairement plus sommaire. L'importance des présentes mentions s'en trouve accrue. Les inondations printanières auxquelles l'alvar est soumis influencent fortement le profil écologique de ces espèces de bryophytes. En effet, 44 % des

taxons (39 sur un total de 88 qui furent relevés) sont des espèces de milieux humides. Un fait plus remarquable encore est que plusieurs sont des espèces typiques de milieux rocheux qui, comme ici, sont inondés périodiquement. Dix-neuf espèces sont remarquables :

Le *Bryum rubens* est une minuscule mousse, abondante en Europe mais connue de six localités pour l'ensemble de l'Amérique du Nord. Elle pourrait être une introduction sur notre continent, mais ce statut est encore incertain (Faubert, en préparation). Quoi qu'il en soit, c'est la première et unique population de cette espèce mentionnée pour le Canada. La population la plus rapprochée se situe sur une île de la rivière Niagara, dans l'État de New York. Autre espèce naine, le *Bryum klinggraeffii* est présent sur le grès nu du rivage. Historiquement, il n'existait que deux mentions du *B. klinggraeffii* au Canada (Crundwell et Nyholm, 1964; Ireland *et al.*, 1987) : une en Ontario et une autre au Québec. Récemment, Faubert et Roy (en préparation) signalent une troisième population dans le Haut-Richelieu. L'espèce est omise de la liste des espèces rares du Canada (Belland, 1998). Le *Bryum klinggraeffii* est donc une espèce très rare au Canada qui pourrait être classée N1 (Faubert et Roy, *op. cit.*)

Le *Cololejeunea biddlecomiae* est une minuscule hépatique calciphile dont les rares populations connues au Québec, toutes historiques d'ailleurs, sont situées dans l'extrême sud-ouest de la province.

Le *Drummondia prorepens* est une mousse d'apparence très particulière qui s'accroche et rampe sur l'écorce des arbres. C'est une espèce rare au Canada, classée N2. Au Québec, toutes les localités connues sont situées au sud du Saint-Laurent.

Les *Ephemerum* sont les plus petites mousses de notre flore. Très rares, elles présentent un aspect qui peut les faire confondre avec des algues dulcicoles. L'*E. crassinervium* est présent à l'île sur les grès du rivage alors que l'*E. spinulosum* s'installe en couvre-sol sur le site d'un étang qui s'assèche à la fin de l'été.



Figure 7. *Reboulia hemisphaerica*
Alvar de l'île des Cascades, le 29 mai 2004

L'*Eurhynchium praelongum* est un taxon qui est très rare dans l'est de l'Amérique du Nord. Il pourrait s'agir ici de la quatrième population mentionnée au Québec, mais le statut exact de cette espèce dans la province reste à établir.

Le *Grimmia olneyi* est certainement l'une des plus rares espèces du genre au Québec, n'ayant été mentionné précédemment qu'une seule fois. C'est une mousse calcicole endémique du nord-est de l'Amérique du Nord où elle est toujours rare. La présente population est située à la marge septentrionale de l'aire de répartition de l'espèce.

Le *Reboulia hemisphaerica* est une hépatique (figure 7) largement répandue dans toutes les régions tempérées du monde. Les populations du Québec, où l'espèce est rare, constituent la limite septentrionale de l'aire de répartition du taxon en Amérique du Nord.

Le *Ricciocarpos natans* est une hépatique (figure 8) largement répandue dans le monde mais mal connue au Québec, où se situe la limite nord de la répartition du taxon dans le nord-est de l'Amérique du Nord. Ignorée des inventaires floristiques et souvent discrète, l'espèce pourrait être plus abondante que ne laissent croire les très rares mentions et récoltes. Quoi qu'il en soit, sa grande abondance sur la vase d'un ruisseau de l'île est remarquable.

Enfin, mentionnons aussi la présence des espèces suivantes, qui sans être rares au Québec, sont phytogéographiquement intéressantes : *Brachythecium turgidum*,



Figure 8. *Ricciocarpos natans*
Ruisseau au nord-est de l'île des Cascades,
le 29 mai 2004

Tableau 1. Caractéristiques des espèces menacées, vulnérables ou rares de l'île des Cascades

Espèces	Nom français	Statut	Rang de priorité	Type de répartition	Habitat/ Fréquence
PLANTES VASCULAIRES					
<i>Allium canadense</i>	ail du Canada	susceptible	S2	périphérique nord	alvar / abondant
<i>Allium tricoccum</i>	ail des bois	vulnérable	S3	périphérique nord	boisé sur grès dolomitique / très rare
<i>Alnus serrulata</i>	aulne blanc	rare au Canada, susceptible	S1	périphérique nord	alvar riverain / très rare
<i>Arabis laevigata</i>	arabette lisse	susceptible	S2	périphérique nord	boisés sur grès dolomitique, arbustiaies/ abondante
<i>Arisaema dracontium</i>	arisème dragon	menacée, préoccupante, rare au Canada	S2	périphérique nord	haut rivage / rare
<i>Asplenium platyneuron</i>	doradille ébène	susceptible	S2	périphérique nord	alvar / très rare
<i>Bidens discoideus</i>	bident disco de	rare au Canada, susceptible	S2	périphérique nord	rivage / très rare
<i>Cardamine bulbosa</i>	cardamine bulbeuse	susceptible	S2	périphérique nord	herbaciaie riveraine / rare
<i>Cardamine concatenata</i>	dentaire laciniée	susceptible	S2	périphérique nord	boisés sur grès dolomitique, alvar / abondante
<i>Carex cephalophora</i>	carex porte-tête	susceptible	S2	périphérique nord	alvar / très rare
<i>Carex hirtifolia</i>	carex à feuilles poilues	susceptible	S2	périphérique nord	boisé sur grès dolomitique/ très rare
<i>Carex hitchcockiana</i>	carex de Hitchcock	susceptible	S2	périphérique nord	boisé sur grès dolomitique/ très rare
<i>Carex molesta</i>	carex dérangeant	susceptible	S1	périphérique nord	alvar / occasionnel
<i>Ceanothus americanus</i>	céanothe d'Amérique	susceptible	S2	périphérique nord	alvar / fréquent
<i>Celtis occidentalis</i>	micocoulier occidental	susceptible	S3	périphérique nord	boisés sur grès dolomitique, alvar / occasionnel
<i>Cerastium nutans var. nutans</i>	céra ste penché variété penchée	susceptible	S1	périphérique nord	alvar / occasionnel
<i>Claytonia virginica</i>	claytonie de Virginie	susceptible	S2	périphérique nord	boisé sur grès dolomitique, boisé sur grès / occasionnelle
<i>Cyperus odoratus var. engelmannii</i>	souchet odorant variété de Engelmann	susceptible	S2	périphérique nord	rivage / très rare
<i>Floerkea proserpinacoides</i>	floerkée fausse- proserpinie	vulnérable	S2	sporadique	herbaciaies, arbustiaies, boisés sur grès dolomitique, alvar / abondante
<i>Gaura biennis</i>	gaura bisannuel	rare au Canada, susceptible	S1	périphérique	alvar / rare
<i>Lycopus americanus var. laurentianus</i>	lycope d'Amérique variété du Saint-Laurent	rare au Canada, susceptible	S2	endémique du nord-est de l' Amérique du Nord	alvar riverain / très rare
<i>Myosotis verna</i>	myosotis printanier	susceptible	S1	périphérique nord	alvar / très rare

Tableau 1. Caractéristiques des espèces menacées, vulnérables ou rares de l'île des Cascades (*suite*)

Espèces	Nom français	Statut	Rang de priorité	Type de répartition	Habitat/ Fréquence
<i>Panicum flexile</i>	panic flexible	susceptible	S2	périphérique nord	alvar / abondant
<i>Panicum philadelphicum</i>	panic de Philadelphie	susceptible	S2	périphérique	alvar / très rare
<i>Polygonum douglasii</i> subsp. <i>douglasii</i>	renouée de Douglas sous-espèce de Douglas	vulnérable	S2	périphérique nord	alvar / fréquente
<i>Quercus alba</i>	chêne blanc	susceptible	S3	périphérique nord	affleurement de grès, alvar / rare
<i>Rubus flagellaris</i>	ronce à flagelles	susceptible	S2	périphérique nord	affleurement de grès / très rare
<i>Sorghastrum nutans</i>	faux-sorgho penché	susceptible	S3	périphérique nord	alvar / fréquent
<i>Sporobolus compositus</i>	sporobole à panicule dense variété à panicule dense	rare au Canada, susceptible	S1	périphérique nord	alvar / fréquent
<i>Sporobolus heterolepis</i>	sporobole à glumes inégales	susceptible	S1	périphérique est	alvar / abondant
<i>Staphylea trifolia</i>	staphylier à trois folioles	susceptible	S3	périphérique nord	arbustives, alvar / abondant
<i>Trichostema brachiatum</i>	trichostème à sépales égaux	susceptible	S1	périphérique nord	alvar / abondant
<i>Verbena simplex</i>	verveine simple	menacée	S1	périphérique nord	alvar / abondante
BRYOPHYTES					
<i>Bryum rubens</i>	n.d.	nouveau au Canada	n.d.	n.d.	alvar/rare
<i>Bryum klinggraeffii</i>	n.d.	rare au Canada	n.d.	périphérique nord	herbaciaie riveraine rocheuse
<i>Cololejeunea biddlecomiae</i>	n.d.	n.d.	n.d.	endémique tempéré	prairie rocheuse sur affleurement de grès
<i>Drummondia prorepens</i>	n.d.	rare au Canada	N2	endémique de l'Amérique du Nord	boisé
<i>Ephemerum crassinervium</i>	n.d.	n.d.	n.d.	tempéré disjoint	herbaciaie riveraine
<i>Ephemerum spinulosum</i>	n.d.	n.d.	n.d.	tempéré disjoint	herbaciaie aquatique
<i>Eurhynchium praelongum</i>	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	épiphyte
<i>Grimmia olneyi</i>	grimmia de Olney	rare au Canada	N2	endémique du nord-est de l'Amérique du Nord	alvar / très rare
<i>Reboulia hemisphaerica</i>	n.d.	n.d.	n.d.	périphérique nord	alvar / rare
<i>Ricciocarpos natans</i>	n.d.	n.d.	n.d.	périphérique nord	ruisseau / rare
<p>Notes : les noms latins sont tirés de Labrecque et Lavoie (2002) et de USDA-NRCS (2004); les noms français sont de Labrecque et Lavoie (2002) et/ou de FloraQuebeca (en préparation); les statuts sont de Argus et Pryer (1990), Belland (1998), Labrecque et Lavoie (2002), COSEPAC (2004) et MDDEP (2005); les termes «menacée» et «vulnérable» signifient que ces espèces sont désignées au Québec, alors que «susceptible» signifie susceptible d'être désignée menacée ou vulnérable; les rangs de priorité sont pour le Québec, selon Labrecque et Lavoie (2002), et sont par ordre décroissant pour la conservation (de 1 à 3); les types de répartition sont de Belland (1987), Belland <i>et al.</i> (1992), Schuster (1992), Labrecque et Lavoie (2002); n.d. signifie non disponible.</p> <p>En raison du manque de données disponibles pour les bryophytes et de l'absence d'une liste officielle sur les espèces menacées ou vulnérables au Québec, les taxons mentionnés ont été qualifiés de «rares» selon le critère de cinq mentions ou moins dans la littérature. Les espèces citées par Belland (1998) sont incluses sans égard au nombre de mentions sur le territoire québécois.</p>					

Cephaloziella rubella var. *rubella*, *Entodon seductrix*, *Eurhynchium hians*, *Fissidens taxifolius*, *Platydictya confervoides*, *Polytrichum formosum*, *Riccia fluitans* et *Taxiphyllum deplanatum*.

Conclusion

La grande diversité de groupements végétaux, le nombre impressionnant de plantes vasculaires et de bryophytes rares et la qualité floristique exceptionnelle de l'île des Cascades peuvent paraître surprenants pour un site aussi près de Montréal. Cependant, l'île bénéficie d'une situation géographique et d'un climat privilégiés dans le Québec méridional. De plus, on y trouve des habitats très rares ou résiduels. Enfin, c'est un lieu insulaire peu accessible, très bien conservé à l'état naturel, où le propriétaire, Hydro-Québec, manifeste l'intention de limiter les activités humaines. Ces facteurs ont fait que l'île des Cascades abrite sûrement l'une des flores les plus diversifiées du Québec pour sa superficie et qu'on peut sûrement qualifier de « trésor national ».

Remerciements

Nos plus sincères remerciements vont à Jacques Cayouette, pour nous avoir fait confiance dans ses recherches sur les alvars du Québec, ainsi qu'à Gildo Lavoie, chargé du projet à la Direction du patrimoine écologique et du développement durable au ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec, qui a financé l'étude. Merci également à Stuart Hay, pour son aide à l'herbier Marie-Victorin ainsi que sur le terrain (il a découvert le *Gaura biennis*), à Frédéric Coursol, qui a découvert l'*Arisaema dracontium* et le *Lycopus americanus* var. *laurentianus*, à Christiane Morisset, qui a découvert l'*Asplenium platyneuron*, à Christian Grenier, qui a fait les premières récoltes de bryophytes et qui a découvert le *Reboulia hemisphaerica*, le *Grimmia olneyi* et le *Brachythecium turgidum*, de même qu'aux nombreux autres botanistes de FloraQuebeca qui nous ont accompagné sur les lieux: Merci à Marc Favreau et à Christian Grenier pour la correction des textes, et à Hydro-Québec, pour la conservation de l'île des Cascades dans la meilleure intégrité possible. ◀

Références

- ARGUS, G.W. and K.M. PRYER, 1990. Les plantes vasculaires rares du Canada, notre patrimoine naturel. Musée canadien de la nature, Ottawa, 192 pages et cartes.
- BELLAND, R.J., 1987. The Moss Flora of the Gulf of St. Lawrence region: Ecology and Phytogeography. The Journal of the Hattori Botanical Laboratory, 62: 205-207.
- BELLAND, R.J., 1998. The Rare Mosses of Canada. A review and First Listing. CSEMDC. Environnement Canada, Ottawa, 91 p.
- BELLAND, R.J., W.B. SCHOFIELD and T.R. HEDDERSON, 1992. Bryophytes of Mingan Archipelago National Park Reserve, Quebec: a boreal flora with arctic and alpine components. Canadian Journal of Botany, 70: 2207-2222.
- CATLING, P.M., 1995. The extent of confinement of Vascular Plants to Alvars in southern Ontario. Canadian Field-Naturalist, 109 (2): 172-181.
- CATLING, P.M. and V.R. BROWNELL, 1995. A review of the alvars of the Great Lakes region: Distribution, floristic composition, biogeography, and protection. Canadian Field-Naturalist, 109 (2): 143-171.
- CAYOUILLE, J., A. Sabourin et D. Paquette, [2001]. Les alvars du Québec: caractérisation et floristique, avec emphase sur les espèces menacées ou vulnérables: Rapport non terminé préparé pour la Direction du patrimoine écologique et du développement durable, MDDEP. Deuxième version, 150 p.
- CLARK, T.H., 1972. Région de Montréal, rapport géologique no 152. Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec, 244 p.
- COSEPAQ, 2004. Espèces canadiennes en péril, novembre 2004. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada, Ottawa.
- CRUNDWELL A.C. and E. NYHLÖM, 1964. The European Species of the *Bryum erythrocarpum* complex. Transactions of the British Bryological Society, 4: 597-637.
- FARRAR, J.L., 1995. Les arbres du Canada. Fides et le Service canadien des forêts, Montréal et Ottawa, 502 p.
- FAUBERT, J., en préparation. Les bryophytes de l'île des Cascades.
- FAUBERT, J., en préparation. Bryophytes remarquables du Québec méridional – III: le *Bryum rubens* Mitt. (Bryaceae), une muscinée nouvelle pour le Canada.
- FAUBERT, J. et C. ROY, en préparation. Bryophytes nouvelles, rares et remarquables du Québec méridional.
- FLORAQUEBECA, en préparation. Guide des plantes menacées ou vulnérables du Québec méridional. Rédigé par A. Sabourin et plusieurs collaborateurs du comité Flore québécoise de FloraQuebeca.
- GREVEN, H.C., 2003. Grimmiads of the World. Backhuys Publishers, Leiden, 248 p.
- IRELAND, R.R., G.R. BRASSARD, W.B. SCHOFIELD and D.H. VITT, 1987. Checklist of the mosses of Canada II. Lindbergia, 13: 1-62.
- LABRECQUE, J. et G. LAVOIE, 2002. Les plantes vasculaires menacées ou vulnérables du Québec. Gouvernement du Québec, ministère de l'Environnement, Direction du patrimoine écologique et du développement durable, Québec, 200 p.
- MARIE-VICTORIN, F., 1997. Flore laurentienne. Troisième édition mise à jour et annotée par L. Brouillet, S. G. Hay, I. Goulet, M. Blondeau, J. Cayouette et J. Labrecque. Les Presses de l'Université de Montréal, 1093 p.
- MDDEP, 2005. Plan gouvernemental sur la diversité biologique: le ministre Mulcair annonce la désignation de 25 espèces floristiques menacées ou vulnérables et de 30 de leurs habitats. Communiqué de presse du ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs. www.mddep.gouv.qc.ca
- RAYMOND, M., 1950. Esquisse phytogéographique du Québec. Mémoires du Jardin botanique de Montréal no 5, Montréal, 147 p.
- ROUSSEAU, C., 1974. Géographie floristique du Québec/Labrador. Travaux et documents du Centre d'études nordiques. Les Presses de l'Université Laval, Québec, 799 p.
- SABOURIN, A., 2003. *Myosotis verna* Nuttall (Boraginaceae), une nouvelle plante indigène au Québec. Ludoviciana, 31: 30-35.
- SCHUSTER, R.M., 1992. The Hepaticae and Anthocerotae of North America east of the hundredth meridian, Volume VI. Field Museum of Natural History, Chicago, 937 p.
- SEYMOUR, F.C., 1969. The Flora of New England. The Charles E. Tuttle Company Publications, Rutland, Vermont, 596 p.
- USDA, NRCS, 2004. The Plants Database, Version 3.5. National Plant Data Centre, Baton Rouge, La 70874-4490, U.S.A. <http://plants.usda.gov> (Consulté en janvier 2004).

L'*Hudsonia tomentosa* à la Baie-James : extension nord-ouest de son aire de répartition

Christian Fortin, Jean Deshayé, Marie-Josée Grimard et Martin Ouellet

[...] My head is dizzy with the scent of *Hudsonia*, those sunny flowers-for-a-day. I sneer at the sea. The tide caresses this place in the sand, gently leaving a lump by the sea, and, in me.

David Shields

Introduction

L'udsonie tomenteuse (*Hudsonia tomentosa*) est connue des régions de l'Abitibi-Témiscamingue, de la Côte-Nord, de la Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine, de l'Outaouais et du Saguenay-Lac-Saint-Jean (Labrecque et Lavoie, 2002). Elle était considérée comme très rare au Québec par le frère Marie-Victorin (Marie-Victorin, 1995). Cette espèce est actuellement susceptible d'être désignée menacée ou vulnérable au Québec (Labrecque et Lavoie, 2002).

En 2002 et 2003, un inventaire de la rainette faux-grillon boréale a été réalisé dans le cadre de l'étude d'avant-projet de la centrale de l'Eastmain-1-A et de la dérivation Rupert (Fortin *et al.*, 2003; Bouchard *et al.*, 2004). Au cours de cet inventaire, une colonie d'udsonie tomenteuse a été découverte le long de la rivière Rupert, à la Baie-James (figure 1). Cette mention fut par la suite validée, puis la

colonie a été caractérisée. Cette note a pour objectif de documenter cette observation d'intérêt, en plus de décrire brièvement l'espèce et son habitat.

L'udsonie tomenteuse

L'udsonie tomenteuse est un arbuste de la famille des Cistacées. Elle appartient au type biologique chaméphyte, c'est-à-dire qu'elle possède une tige peu élevée (10 à 20 cm) au-dessus du sol, ce qui lui permet de passer l'hiver à l'abri sous la neige. Cette plante, très ramifiée, pousse en touffes très denses (photo 1) et possède de nombreuses fleurs jaunes (photo 2). La floraison a lieu au cours de l'été, principalement en juillet.



Photo 1. Colonie d'udsonie tomenteuse, rivière Rupert

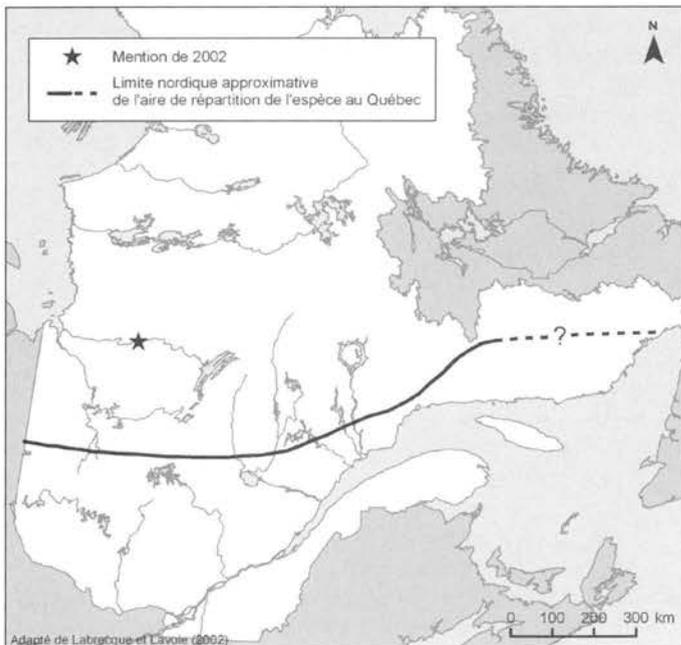


Figure 1. Localisation d'une colonie d'udsonie tomenteuse le long de la rivière Rupert, à la Baie-James

Une spécialiste des dunes

Son habitat correspond aux terrains sableux exposés, soit les plages, les dunes et les abords des routes (Grandtner, 1993; Stalter, 1993; Dunwiddie *et al.*, 1996; Labrecque et Lavoie, 2002). Elle préfère tout particulièrement les vieilles dunes stables (Grandtner, 1993; Stalter, 1993). De par son mode de croissance en coussinets serrés, elle est considérée comme une bonne fixatrice des sables éoliens et aide ainsi à contrôler l'érosion (Kucinski et Eisenmenger, 1943).

Christian Fortin est biologiste à la firme de conseillers en environnement FORAMEC. Jean Deshayé est botaniste chez FORAMEC. Marie-Josée Grimard, biologiste, est conseillère en environnement chez Hydro-Québec. Martin Ouellet est médecin vétérinaire, herpétologiste et chercheur en environnement pour Amphibia-Nature.



Photo 2. L'HUDSONIE TOMENTEUSE EN FLEURS, ÎLES-DE-LA-MADELEINE

Une présence locale marquée

Cet arbrisseau nain possède la capacité de coloniser des sites sableux pauvres en nutriments grâce, entre autres, à son association avec des algues bleu-vert fixatrices d'azote (Nelson *et al.*, 1986). De plus, cette plante aurait des propriétés allélopathiques, c'est-à-dire qu'elle inhiberait la croissance ou la reproduction des espèces compétitrices en sécrétant dans le milieu des substances chimiques plus ou moins toxiques (dans Stalter, 1993). Les communautés associées à cette spécialiste des dunes sont en effet généralement très pauvres en nombre d'espèces (Grandtner, 1993; Dunwiddie *et al.*, 1996). Cette particularité expliquerait sa dominance locale au niveau de la superficie occupée, allant de 30 m² à 0,5 ha pour les colonies caractérisées par Stalter (1993) dans l'est des États-Unis.

L'extension d'aire

La population d'HUDSONIE TOMENTEUSE de la Baie-James a été découverte le 12 juin 2002. À cet endroit, la plante colonise un petit complexe dunaire situé en rive droite de la rivière Rupert à une altitude d'environ 260 m (photos 1 et 3). Cette population occupe une superficie de quelques centaines de mètres carrés. Elle est située en position suprariveraine. Le projet de la centrale de l'Eastmain-1-A et de la dérivation Rupert n'aura aucun impact sur cette colonie.

Quelques plants d'élyme des sables (*Leymus mollis*) croissent près des coussinets de l'HUDSONIE. Un peu plus haut sur la dune, on note, entre autres, la présence de l'épinette noire, du sapin baumier, du bouleau blanc et de l'aulne. Cette population est la seule colonie recensée pour cette espèce au cours de l'étude sur les espèces floristiques rares dans la zone étudiée. La mention la plus proche est située près du lac Girouard, le long de la rivière Mégiscane, en Abitibi-Témiscamingue. Dans l'ouest du Québec, cette localisation constitue une extension de l'aire de répartition de cette plante d'environ 320 km vers le nord.

Remerciements

Ce projet a pu se concrétiser grâce à l'appui et au financement d'Hydro-Québec. Nous tenons à remercier tout particulièrement les communautés criées de Waskaganish, Nemaska, Mistissini, Eastmain et Wemindji pour leur soutien et leur enthousiasme tout au long des travaux de terrain. Jacques Ouzilleau a généreusement accepté de commenter la version préliminaire de cette note. Étaient présents lors de la découverte de la colonie : Christian Fortin, Martin Ouellet, Patrick Boulay et Abraham Mianscum.



Photo 3. Complexe dunaire le long de la rivière Rupert

Références

- BOUCHARD, D., J. DESHAYE et C. FORTIN, 2004. Centrale de l'Eastmain-1-A et dérivation Rupert. Étude de la végétation et des espèces floristiques et fauniques à statut particulier. Rapport préparé pour la Société d'énergie de la Baie James. FORAMEC, Québec, 91 p.
- DUNWIDDIE, P.W., R.E. ZAREMBA, and K.A. HARPER, 1996. A classification of coastal heathlands and sandplain grasslands in Massachusetts. *Rhodora*, 98 : 117-145.
- FORTIN, C., M. OUELLET et M.-J. GRIMARD, 2003. La rainette faux-grillon boréale (*Pseudacris maculata*) : présence officiellement validée au Québec. *Le Naturaliste Canadien*, 127 (2) : 71-75.
- GRANDTNER, M.M., 1993. Dry coastal ecosystems of eastern Canada. In Van der Maarel, E. (Ed.). *Dry coastal ecosystems. Africa, America, Asia and Oceania*. Elsevier, New York, pp. 289-297.
- KUCINSKI, K.J. and W.S. EISENMENGER, 1943. Sand dune stabilization on Cape Cod. *Economic Geography*, 19 : 206-214.
- LABRECQUE, J. et G. LAVOIE, 2002. Les plantes vasculaires menacées ou vulnérables du Québec. Gouvernement du Québec, ministère de l'Environnement, Direction du patrimoine écologique et du développement durable, Québec, 200 p.
- MARIE-VICTORIN, F., 1995. Flore laurentienne. 3^e édition. Les Presses de l'Université de Montréal, Montréal, 1083 p.
- NELSON, S.D., L.C. BLISS, and J.M. MAYO, 1986. Nitrogen fixation in relation to *Hudsonia tomentosa* : a pioneer species in sand dunes, northeastern Alberta. *Canadian Journal of Botany*, 64 : 2495-2501.
- STALTER, R., 1993. Dry coastal ecosystems of the eastern United States of America. In Van der Maarel, E. (Ed.). *Dry coastal ecosystems. Africa, America, Asia and Oceania*. Elsevier, New York, pp. 317-340.

Suivi de la restauration écologique des tourbières ombrotrophes : le point de vue microbiologique

Roxane Andersen

Introduction

La restauration écologique peut être définie comme l'ensemble des procédés visant à amener et à maintenir l'état de santé d'un écosystème perturbé à un niveau fonctionnel (Higgs, 1997). Elle représente une solution idéale pour plusieurs écosystèmes ayant subi des dommages majeurs, par exemple dans le cas des tourbières exploitées pour la production de substrat horticole. Le drainage intensif et l'aspiration d'une importante épaisseur de tourbe perturbent de façon irréversible les sites exploités. Ces sites, une fois laissés à eux-mêmes, ne sont pas recolonisés spontanément par les sphaignes, qui sont les espèces végétales clés des tourbières ombrotrophes naturelles (Rochefort *et al.*, 2000). Pour cette raison, depuis quelques années, diverses expériences de restauration ont été entreprises sur des tourbières où l'exploitation a cessé, dans plusieurs régions du Québec et du Nouveau-Brunswick. La technique utilisée implique notamment la préparation et l'égalisation du site à restaurer, l'épandage de matériel végétal, la protection des fragments de végétaux par un paillis, le blocage des canaux de drainage et une fertilisation au phosphore (Rochefort *et al.*, 2003).

Le suivi de la restauration : une étape cruciale

Une fois la restauration terminée, il reste encore une étape primordiale pour l'évaluation du succès : le suivi (Hobb et Harris, 2001; Erhenfeld, 2001). Ainsi, sur les sites restaurés, des relevés de végétation, des bilans hydrologiques et des mesures de flux de carbone ont été réalisés annuellement afin de vérifier que la restauration remplissait bien les buts fixés à court terme, soit le retour d'un couvert végétal dominé par les sphaignes ainsi que le rétablissement d'un régime hydrologique adéquat. Dans une perspective à plus long terme, la restauration des tourbières vise l'établissement d'un milieu avec une productivité adéquate, l'accumulation de nouvelle matière organique, le rétablissement du cycle des éléments nutritifs tel qu'il se déroule en conditions naturelles, la survie des espèces typiques assurant la biodiversité florale et faunique de l'écosystème et la résistance aux espèces invasives (Wheeler et Shaw, 1995; Rochefort, 2001; Gorham et Rochefort, 2003). Afin de s'assurer que ces objectifs sont également atteints, il est nécessaire d'effectuer un suivi capable de relier les éléments structuraux et fonctionnels de l'écosystème et d'intégrer une dimension plus dynamique à la mesure du succès (Chapin *et al.*, 1992; Harris, 2003).

La caractérisation des communautés microbiennes du sol (taille, composition et structure, activités de la communauté) a déjà démontré un potentiel indéniable pour mesurer l'évolution temporelle et le retour des fonctions essentielles de différents écosystèmes naturels, perturbés ou restaurés autres que les tourbières ombrotrophes (ex.: Bentham *et al.*, 1992; Ohtonen *et al.*, 1999; Yin *et al.*, 2000; Ruzek *et al.*, 2001; Harris, 2003). Considérant que les micro-organismes des tourbières jouent un rôle central dans le recyclage des éléments nutritifs comme l'azote et le phosphore, ainsi que dans la minéralisation de la matière organique en CO₂ et CH₄, il semble donc approprié de s'interroger sur le potentiel d'utilisation de ces critères microbiologiques pour l'évaluation du succès à long terme de la restauration.

L'objectif du travail de recherche présenté ici était de déterminer l'effet de la restauration sur l'activité potentielle des micro-organismes quant à la transformation de l'azote et du carbone. Dans un premier temps, il s'agissait de tester si les conditions nouvelles apportées par la restauration modifiaient la dynamique de l'azote et du carbone, notamment au niveau de la dénitrification, de la respiration microbienne et de la production de méthane. Ensuite, il s'agissait de voir l'effet d'un apport en éléments nutritifs (carbone et/ou azote) sur ces activités, afin de déterminer dans quelle mesure ils étaient limitants dans les lieux étudiés. Le travail présenté ici s'inscrit par ailleurs dans le cadre d'un projet ayant pour objectif général de déterminer le potentiel d'utilisation de critères microbiologiques pour le suivi de tourbières ombrotrophes restaurées.

Site à l'étude

La station de recherche de Bois-des-Bel (47° 58' N, 69° 26' O), près de Rivière-du-Loup au Québec (Canada), a été utilisée comme lieu expérimental pour l'évaluation de l'impact de la restauration sur les propriétés physicochimiques et microbiologiques de la tourbe (figure 1). Entre 1973 et 1980, une portion de 11 ha de ce lieu avait été drainée et exploitée, puis abandonnée. Après 20 ans d'abandon, le lieu n'avait toujours pas été recolonisé naturellement par les mousses et représentait une source de carbone pour l'atmosphère. Conséquemment, en 1999, une expérience de restauration à grande échelle a été menée sur ce lieu. Une section

Roxane Andersen est étudiante au doctorat dans le Groupe de recherche en écologie des tourbières (GRET) à l'Université Laval, sous la direction du Dr Line Rochefort.



Figure 1. Tourbière restaurée de Bois-des-Bel, août 2005

de huit hectares a été restaurée par le Groupe de recherche en écologie des tourbières (GRET) et une section de deux hectares est demeurée abandonnée pour des fins de comparaisons. Les deux sections, restaurée et abandonnée, sont séparées par une section tampon. En plus d'une section restaurée et d'une section abandonnée, le dispositif comprenait une portion de tourbière ombrotrophe naturelle caractérisée par *Picea mariana* et *Larix laricina* comme arbres dominants, un tapis de *Sphagnum* (*Sphagnum fuscum*, *S. magellanicum*, *S. rubellum*, et *S. capillifolium*) et un dense couvert d'Éricacées telles que *Kalmia angustifolia*, *Rhododendron groenlandicum*, *Chamaedaphne calyculata* et *Vaccinium angustifolium* (Lachance et Lavoie, 2004).

Méthodologie

Dans chacune des sections (naturelle, restaurée et abandonnée), des stations d'échantillonnage séparées par environ 30 m ont été déterminées en octobre 2002 lors d'une étude préliminaire. Trois stations ont été conservées dans chaque section pour l'année 2003 (voir figure 2). Les échantillons y ont été récoltés une fois en juin et une fois en octobre, soit avant et après la saison de croissance. Des échantillons de tourbe ont été récoltés dans chaque station d'échantillonnage à deux profondeurs fonctionnelles distinctes : au-dessus de

la nappe phréatique mais sous la végétation, en conditions généralement aérobies (profondeur A) et au niveau de la nappe phréatique où les conditions sont le plus souvent anaérobies (profondeur B). Les racines ont été enlevées avec des pinces avant les manipulations.

L'expérience réalisée sur les échantillons de tourbe visait à déterminer l'activité potentielle des micro-organismes pour la transformation du carbone (respiration, méthanotrophie, méthanogénèse) et de l'azote (dénitrification). Pour chaque profondeur, trois échantillons de tourbe, tirés au hasard parmi les six échantillons de chaque station, ont été utilisés. Les échantillons ont été incubés dans des flacons à plasma pendant 8 h en conditions anaérobies, en présence de différents substrats : eau bi-distillée (25 ml, témoin) solution de glucose (25 ml, 4 mg/g), solution de KNO_3 (25 ml, 1,8 mg/g), et solution du mélange glucose + KNO_3 (25 ml, mêmes concentrations). Les conditions d'anaérobioses ont été créées en remplaçant l'air par le l'azote (N_2). À l'aide d'une seringue, 20 ml d'acétylène ont été ajoutés pour bloquer la réaction de dénitrification au stade N_2O (Yoshinari, 1977). Il s'agissait d'une expérience factorielle $4 \times 3 \times 2$ avec quatre traitements appliqués à la tourbe (témoin, C, N, C + N), trois types d'écosystèmes (naturel, restauré ou abandonné) et deux profondeurs différentes (A ou B). Des

échantillons de gaz ont été prélevés dans les flacons à plasma aux temps 0 h, 4 h et 8 h, avant d'être analysés par chromatographie en phase gazeuse pour la production de N₂O, CO₂ et CH₄. Pour chaque année, les données de production de gaz ont été analysées par des ANOVAs suivies de LSD protégés, avec le logiciel SAS.

Résultats

Les résultats des ANOVAs effectuées sur les données de production de CO₂ et de CH₄ sont résumés dans la table 1. La production de CO₂ et de CH₄ par les micro-organismes en fonction des traitements pour la tourbe des deux différentes

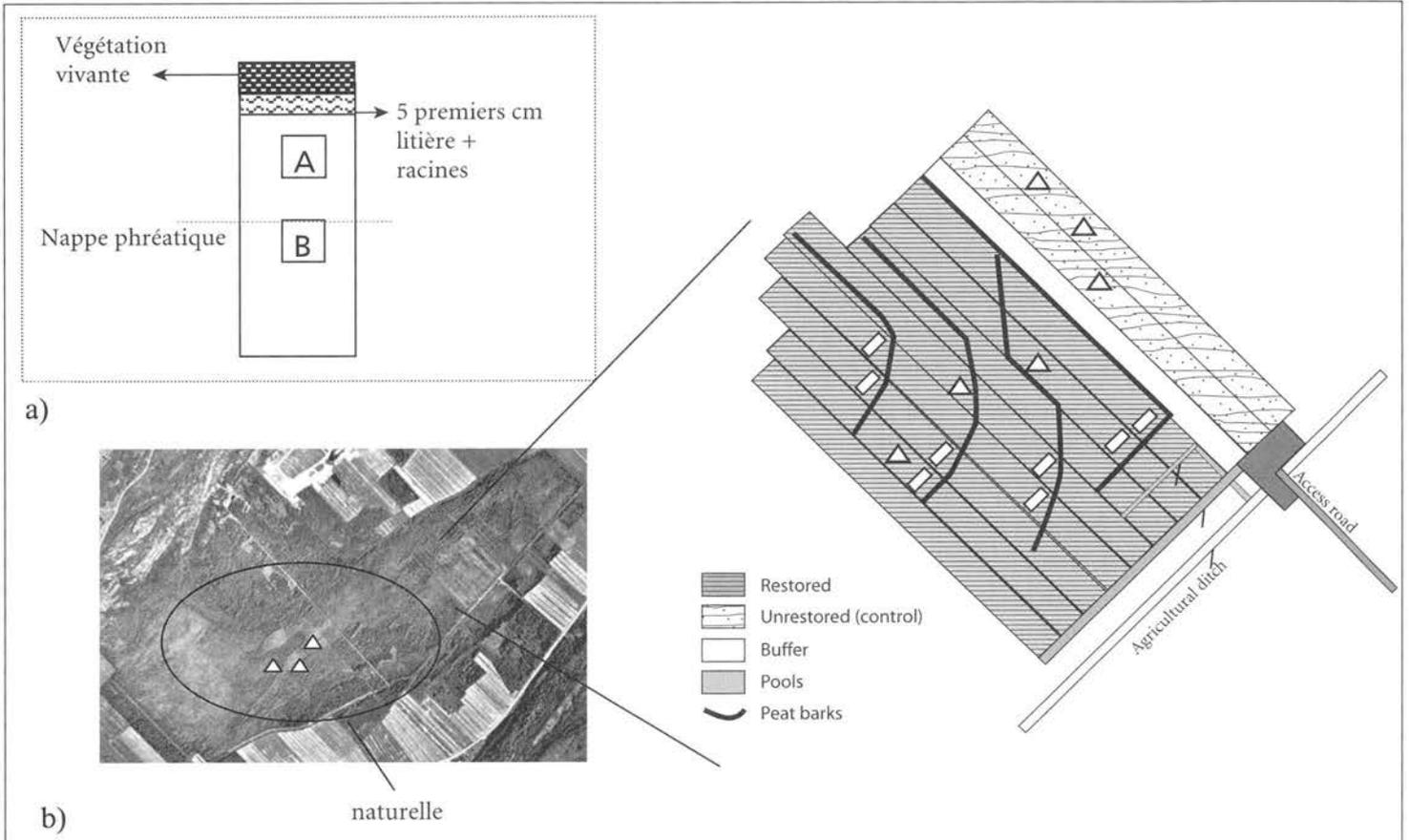


Figure 2. a) Représentation schématisée de l'échantillonnage de tourbe pour les analyses microbiologiques. Dans les stations naturelles et restaurées, la végétation et la litière étaient exclues de la profondeur A. Dans la station abandonnée, il n'y avait ni végétation ni litière, la surface était de la tourbe à nu. b) Photographie aérienne de la tourbière de Bois-des-Bel avec un agrandissement schématisé des sections restaurées et des sections abandonnées. Les stations d'échantillonnages sont identifiées par les triangles blancs dans chacune des sections.

Table 1. Valeurs de F pour les ANOVAs sur les productions de CO₂ et de CH₄ des échantillons de tourbe (n = 3) en fonction des traitements (témoin, glucose, nitrate, nitrate + glucose), des trois lieux (abandonnée, restaurée, naturelle), des profondeurs (A et B) et de leurs interactions. Pour les valeurs de F : NS = non significatif; * = P < 0,05; ** = P < 0,01; *** = P < 0,001. DL = Degré de liberté.

Source	DL	CO ₂ juin	CO ₂ oct.	CH ₄ juin	CH ₄ oct.
		F	F	F	F
traitement [T]	3	19,78 ***	11,13 ***	16,31 ***	15,98 ***
site [S]	2	107,06 ***	69,65 ***	4,23 *	0,89 NS
profondeur [P]	1	5,89 *	15,06 **	11,18 **	2,12 NS
T*S	6	14,22 ***	11,13 ***	5,70 **	1,11 NS
T*P	3	45,36 ***	2,16 NS	1,25 NS	0,70 NS
S*P	2	3,65 *	13,39 ***	0,88 NS	2,39 NS
T*S*P	6	34,91 ***	2,14 NS	0,68 NS	0,76 NS
Total	71				

profondeurs de chacun des trois lieux (naturel, restauré et abandonné) est présentée à la figure 3.

Dynamique du carbone et de l'azote

La production de CO₂ par les micro-organismes est globalement similaire avant et après la saison de croissance pour l'ensemble des traitements. Pour la production de CO₂, dans tous les cas, le lieu naturel présente des productions supérieures aux deux autres lieux. Par contre, la production n'est pas influencée de la même façon par les traitements pour la profondeur A ou pour la profondeur B. La production de CH₄ est différente pour les mois de juin et d'octobre. La distinction la plus évidente entre les deux dates d'échantillonnage est la réponse du traitement témoin : alors qu'au mois de juin, les micro-organismes de la tourbe produisent du CH₄ dans tous les cas, en octobre, la production est toujours inférieure à zéro; il y a donc consommation de CH₄. Il existe également des différences significatives entre les profondeurs : la tourbe de surface présente généralement

des valeurs moindres de production de CH₄, voire une plus grande consommation dans certains cas.

Aucun des échantillons analysés n'a produit de N₂O, quelles que soient les conditions d'incubation ou le site d'origine de la tourbe. Il semble donc y avoir absence de dénitrification potentielle dans tous les échantillons.

Limitations en éléments nutritifs

Au mois de juin, il apparaît que la réponse des micro-organismes aux traitements d'apports en éléments nutritifs dépend à la fois de la profondeur et du lieu d'origine de l'échantillon. Ainsi, pour la profondeur A de la section naturelle, c'est l'apport en carbone seul qui a l'effet le plus marqué sur la respiration. Par contre, l'apport combiné de carbone et d'azote provoque une plus grande augmentation de la production de CO₂ pour la profondeur B. Ce phénomène n'est pas retrouvé pour les sections abandonnées ou restaurées, pour lesquelles la production demeure faible dans tous les cas. Au mois d'octobre, la tourbe naturelle présente

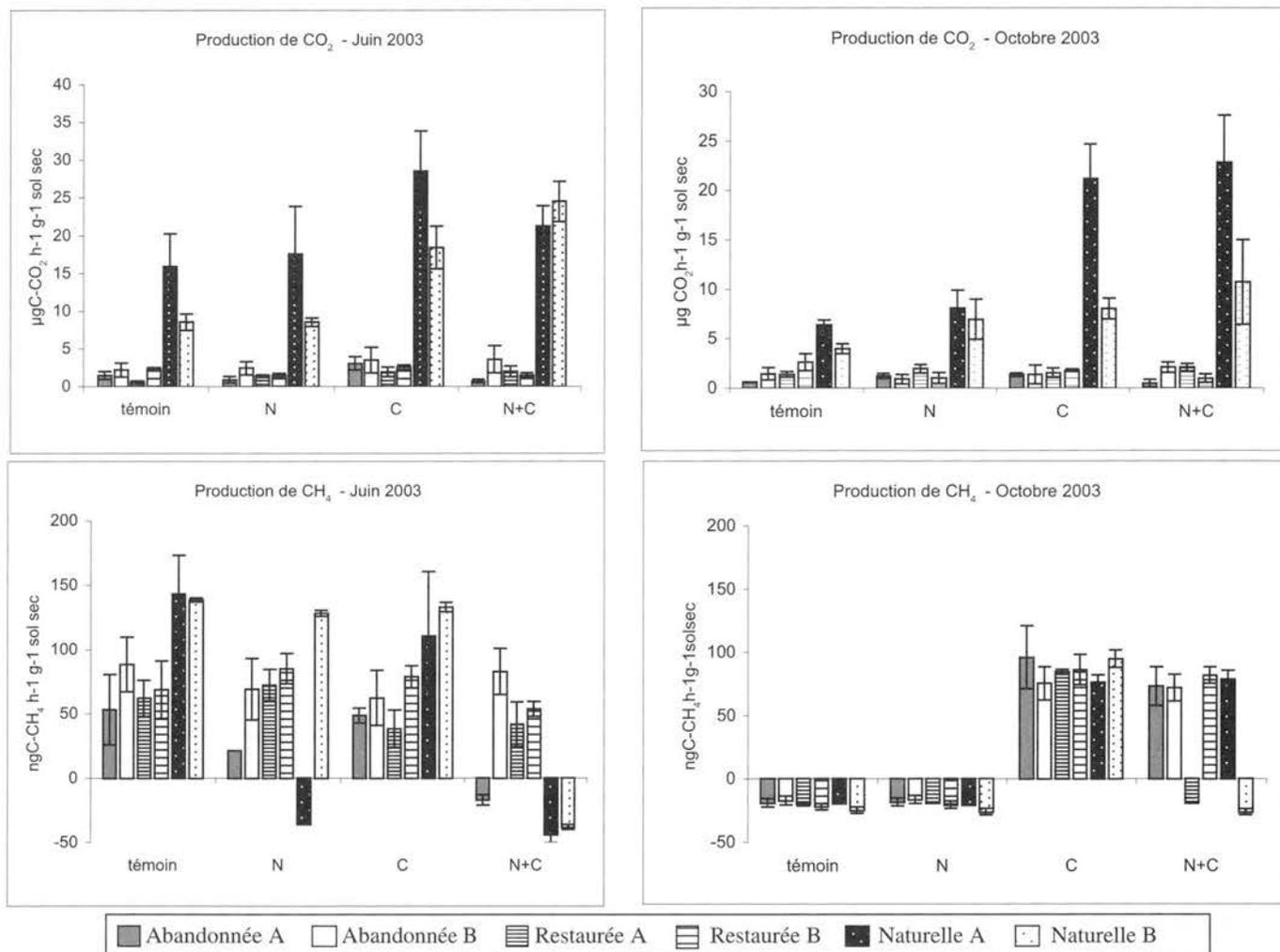


Figure 3. Production de CO₂ et de CH₄ pour les mois de juin et octobre 2003 dans les trois sections (abandonnée, restaurée et naturelle) pour chacune des profondeurs (A et B) en fonction des traitements ajoutés lors des incubations anaérobies. Traitements: Témoin: tourbe + 25 ml H₂O bi-distillée; N = tourbe + 25 ml KNO₃ 1,8 mg/g; C = tourbe + 25 ml solution de glucose 4 mg/g; C + N = tourbe + 25 ml solution glucose 4 mg/g + KNO₃ 1,8 mg/g.

également les valeurs de productions de CO₂ les plus élevées. Pour la profondeur A, dès que le carbone est ajouté, seul ou en combinaison avec l'azote, il y a une nette augmentation de la production de CO₂. La tourbe abandonnée et la tourbe restaurée ne répondent pas de la même façon aux traitements et la différence entre les deux profondeurs n'y est pas significative.

En juin, les traitements d'apports en éléments nutritifs ont eu un effet différent sur la production/consommation de CH₄ selon le lieu de provenance de la tourbe, ce qui n'est pas le cas en octobre, alors que la réponse aux différents traitements est similaire pour la majorité des échantillons. Dans les deux cas, l'apport en nitrate semble plutôt favoriser la consommation de CH₄ par les micro-organismes, alors que l'apport en carbone seul augmente la production de CH₄, notamment dans la section naturelle.

Discussion

Dynamique du carbone et de l'azote

La transformation d'éléments nutritifs dans un écosystème donné est liée de façon intrinsèque à la présence de certains groupes de micro-organismes, qui sont eux-mêmes grandement influencés par différents facteurs comme la végétation, la disponibilité en eau, les conditions environnementales, etc. Le bon fonctionnement d'un écosystème est donc associé à un recyclage efficace des éléments nutritifs, c'est-à-dire à la présence et à l'activité des divers groupes fonctionnels microbiens impliqués dans ce processus.

La production de CO₂ mesurée dans les échantillons de tourbe révèle que les populations microbiennes sont plus actives dans la tourbe issue de la section naturelle, par rapport aux deux autres sections. Glatzel *et al.* (2004) avaient également observé une production limitée de CO₂ dans les échantillons de tourbe restaurée et de tourbe abandonnée de profondeur similaire. Il est connu que l'exploitation par aspiration a un impact négatif sur les populations microbiennes (Croft *et al.*, 2001), puisqu'elle enlève l'acrotelme où les micro-organismes sont généralement trouvés en plus grand nombre (Eggelsman *et al.*, 1993), pour exposer une tourbe dénudée de végétation, plus décomposée, plus compacte et composée de matière organique de moindre qualité. Ainsi, puisque la restauration s'effectue directement sur cette tourbe très humifiée, le rétablissement des populations microbiennes typiques de tourbières est ralenti. Par ailleurs, Price *et al.*, (2003) ont observé de larges variations de la hauteur de la nappe phréatique dans les lieux abandonnés et restaurés de Bois-des-Bel. De telles variations exposent la tourbe à des périodes fréquentes d'aération qui limitent l'établissement de larges populations anaérobies. La biomasse active réduite de micro-organismes anaérobies pourrait donc expliquer la faible production de CO₂ dans la tourbe restaurée et la tourbe abandonnée.

Les flux de CH₄ dans les tourbières ombrotrophes sont entièrement contrôlés par les populations de méthanotrophes et de méthanogènes (Krumholz *et al.*, 1995). Au mois de juin, la tourbe naturelle présente une production de CH₄ plus élevée que la tourbe des deux autres sections. Il est connu que les méthanogènes s'établissent aux environs de la nappe phréatique (King, 1991). Les variations moins importantes dans le niveau d'eau de la section naturelle (Price *et al.*, 1998) pourraient donc expliquer ce phénomène. En revanche, au mois d'octobre, les populations qui consomment du CH₄ (méthanotrophes) semblent favorisées dans tous les types de tourbes, comme le démontre l'absence de différence entre les lieux et les profondeurs pour le traitement témoin. Il est possible que malgré les conditions anaérobies, il y ait eu oxydation du CH₄ en CO₂, soit par les méthanotrophes qui peuvent supporter les conditions d'anoxie (Nedwell, 1992), soit par des processus d'oxydation anaérobiques utilisant d'autres oxydants que l'oxygène, les sulfates, le Fe (III) ou même les nitrates ajoutés en solution (Valentine, 2003). La tendance qui se dégage entre le début et la fin de la saison de croissance, soit une diminution de la production de méthane au fur et à mesure que la saison avance, est différente de ce qu'avaient observé Bergman *et al.* (2000) pour des buttes de tourbières, et s'apparente plutôt à ce qu'ils avaient observé pour des platières, ou aux observations de Clymo (1995) réalisées sur le terrain.

L'absence de dénitrification observée dans tous les lieux est probablement liée à l'absence de populations dénitrificatrices dans la tourbe de toutes les sections. D'une part, la quantité de nitrate, substrat essentiel à cette transformation, est plutôt faible dans la tourbe échantillonnée (Andersen *et al.*, soumis; Croft *et al.*, 2001) et ne permet pas à des populations stables de s'y établir. Le fait que la dénitrification ne soit pas observée même lors des incubations en présence de nitrates appuie bien cette idée.

Limitations en éléments nutritifs

Les micro-organismes sont reconnus pour être limités en carbone dans les écosystèmes naturels (Smith et Paul, 1990). La réponse observée suivant l'apport en éléments nutritifs lors des incubations supporte bien cette idée: dans la tourbe naturelle, alors que l'apport en azote n'a pas eu d'effet significatif, l'apport en carbone a provoqué une augmentation nette de la respiration et du dégagement de CO₂, quelle que soit la profondeur. Aucun effet significatif n'a été observé dans les deux autres types de tourbe. Puisque la tourbe des sections restaurée et abandonnée est plus décomposée et que sa masse volumique apparente sèche est plus élevée, les échanges gazeux risquent de s'y effectuer plus difficilement, ce qui pourrait expliquer les plus faibles concentrations de CO₂ détectées dans les échantillons restaurés et abandonnés et l'absence d'effet significatif du traitement pour la tourbe ces deux sections.

La faible proportion de populations microbiennes anaérobies présentes, de même que la mauvaise qualité de la matière organique dans la tourbe (Fisk *et al.*, 2003; Glatzel *et al.*, 2004) de ces deux sections expliquent également l'absence d'effet de traitement d'incubation sur la production de CO₂. Cela signifie que quatre saisons de croissance après la restauration, les populations microbiennes de la section restaurée se comportent toujours comme celles de la section abandonnée en ce qui concerne la production de CO₂. Il est cependant possible de croire qu'un échantillonnage plus en surface aurait révélé des différences, puisque la végétation nouvelle qui s'est établie fournit une source de matière organique plus fraîche avec des composés moins récalcitrants, que les micro-organismes peuvent décomposer facilement (Glatzel *et al.*, 2004). L'analyse de la biomasse microbienne aérobie a par ailleurs révélé une augmentation de la taille de la population microbienne dans la section restaurée (Croft *et al.* 2001; Andersen *et al.*, soumis). On peut supposer que l'analyse réalisée en conditions anaérobies n'était pas optimale pour les microbes qu'on trouve réellement à cette profondeur.

L'augmentation de production de CH₄ observée suivant l'apport en glucose suggère que les populations de méthanogènes sont limitées en carbone. Incidemment, c'est avant tout la qualité du substrat qui provoque les faibles flux de méthane dans la tourbe des sections restaurées et abandonnées, tel que le suggère également Glazel *et al.* (2004). En ce sens, suivant une augmentation de composés carbonés facilement métabolisables associés avec la nouvelle végétation sénescente du lieu restauré, et considérant une éventuelle montée de la nappe phréatique amenant des conditions idéales d'humidité, il est possible d'anticiper la libération de CH₄ par les lieux restaurés. Ce sont cependant

des hypothèses qui nécessitent un suivi direct sur le terrain, pour compléter adéquatement le suivi des incubations en conditions de laboratoire.

Conclusion

Selon White *et al.* (1998), l'utilisation d'une combinaison de biomarqueurs microbiens représente un outil potentiellement très puissant pour déterminer l'état des écosystèmes en restauration. Cependant, avant de pouvoir utiliser de façon routinière certains indices issus de mesures microbiologiques dans un écosystème particulier, il est nécessaire de caractériser un peu plus systématiquement l'ensemble des paramètres microbiens et d'arriver à mieux comprendre leur relation avec le système dans lequel ils interviennent. Le suivi d'expériences de restauration est indispensable à la compréhension de la dynamique de ces milieux uniques, de même qu'à l'amélioration des techniques pour les interventions à venir. Le présent travail apporte un peu plus de lumière sur le rôle central joué par les micro-organismes dans le recyclage du carbone (figure 4) et de l'azote. Il démontre également l'importance de l'apport en éléments nutritifs dans le milieu pour un fonctionnement adéquat de ce recyclage, notamment en carbone facilement assimilable.

Avec les résultats obtenus sur d'autres paramètres microbiens (Andersen *et al.*, soumis) et sur les flux de CO₂ et de CH₄ (Waddington *et al.*, 2003; Glatzel *et al.*, 2004), il est désormais possible de croire que la restauration semble favoriser le retour d'un compartiment microbien plus fonctionnel que celui de la tourbe résiduelle. Cependant, d'autres études et le suivi d'autres lieux sont encore nécessaires pour confirmer cette hypothèse. Il apparaît cependant justifié d'intégrer au suivi la mesure des paramètres microbiens, qui répondent plus lentement que la végétation à la restauration,

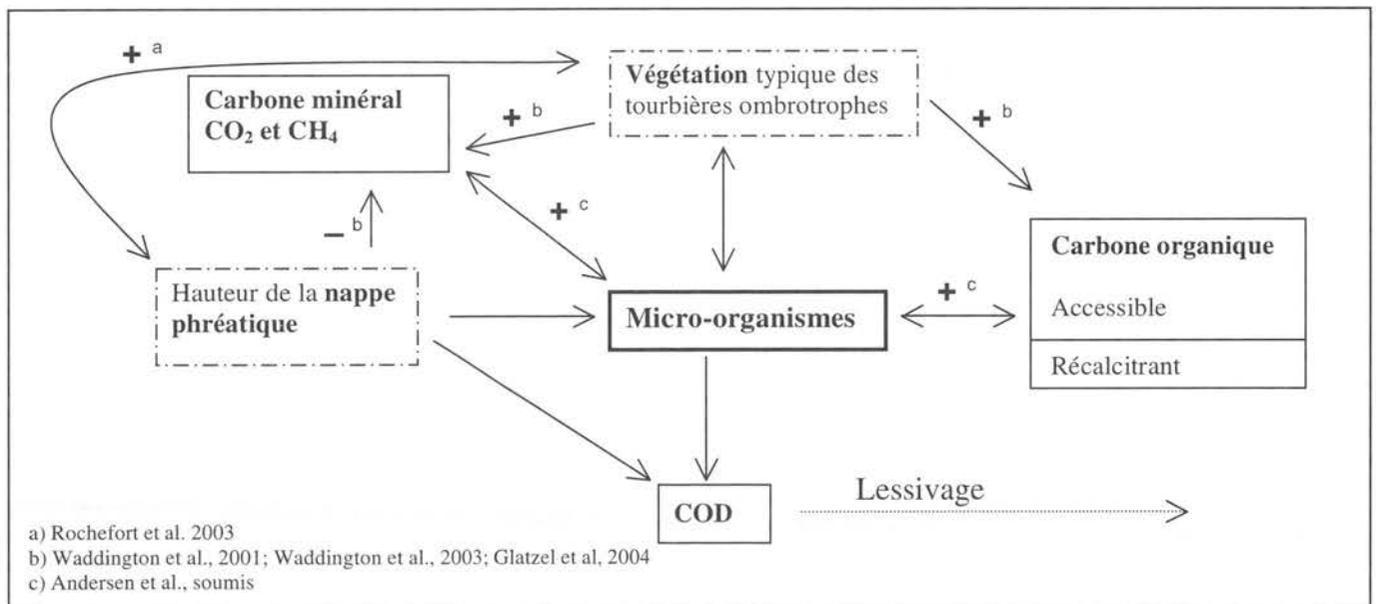


Fig. 4 Relations entre les micro-organismes et les différentes variables évaluées par le suivi de la restauration sur le site de Bois-des-Bel. Le symbole « + » sur une flèche indique une influence positive dans le sens de la relation, le symbole « - » indique une influence négative dans le sens de la relation.

mais qui demeurent un élément clé du fonctionnement de l'écosystème. Le retour de la végétation ne suffit pas à assurer le succès de la restauration, bien qu'il en soit une indication positive.

Un suivi intégrant d'autres variables permet en outre d'arriver à une représentation plus globale du processus de restauration et à une évaluation plus juste des conditions dans l'écosystème restauré. Enfin, il va sans dire que l'approfondissement, le regroupement et l'accessibilité des connaissances en matière de restauration et de suivi améliorent notre compréhension de ces écosystèmes et sont autant de pas vers l'élaboration d'arguments solides en faveur de la protection et de la sauvegarde des milieux humides au Québec.

Références

- ANDERSEN, R., A.J. FRANCEZ, L. and ROCHEFORT, 2005. The physicochemical and microbiological status of a restored bog in Québec: identification of relevant criteria to monitor success. *Soil Biology & Biochemistry*, soumis.
- BENTHAM, H., J.A. HARRIS, P. BIRCH and K.C. SHORT, 1992. Habitat classification and soil restoration assessment using analysis of soil microbial and physico-chemical characteristics. *Journal of Applied Ecology*, 29: 711-718.
- CHAPIN III, F.S., E.D. SCHULZE and H.A. MOONEY, 1992. Biodiversity and ecosystem processes. *Trends in Ecology and Evolution*, 7:107-108.
- CLYMO, R.S., 1965. Experiment on breakdown of *Sphagnum* in two bogs. *Journal of Ecology*, 53: 747-757.
- CROFT, M., L. ROCHEFORT and C.J. BEAUCHAMP, 2001. Vacuum-extraction of peatlands disturbs bacterial population and microbial biomass carbon. *Applied Soil Ecology*, 18: 1-12.
- EGGELSMANN, R., A.L. HEATHWAITE, G. GROSSE-BRAUCKMANN, E. KÜSTER, W. NAUCKE, M. SCHUCH, and V. SCHWEICKLE, 1993. Physical Processes and Properties of Mires. In: Heathwaite, A.L., Göttlich, K., (Eds) *Mires: Process, Exploitation and Conservation*, Chicester, pp. 171-248.
- ERHENFELD, J.G., 2001. Defining the limit of restoration: the need for realistic goals. *Restoration Ecology*, 8: 2-9.
- FSK, M.C., K.F. RUETHER, and J.B. YAVITT. 2003. Microbial activity and functional composition among northern peatland ecosystems. *Soil Biology & Biochemistry*, 35: 591-602.
- GLATZEL, S., N. BASILIKO, and T. MOORE, 2004. Carbon dioxide and methane production potentials of peats from natural, harvested and restored sites, Eastern Québec, Canada. *Wetlands*, 24: 261-267.
- GORHAM, E. and L. ROCHEFORT, 2003. Peatland restoration: A brief assessment with special reference to *Sphagnum* bogs. *Wetland Ecology and Management*, 11: 109-119.
- HARRIS, J.A., 2003. Measurements of the soil microbial community for estimating the success of restoration. *European Journal of Soil Science*, 54: 801-808.
- HIGGS, E.S., 1997. What is good ecological restoration? *Conservation Biology*, 11: 338-348.
- HOBBS, R.J. and J.A. HARRIS, 2001. Restoration Ecology: Repairing the Earth's Ecosystems in the New Millennium. *Restoration Ecology*, 9: 239-246.
- LACHANCE, D. and C. LAVOIE, 2004. Vegetation of *Sphagnum* bogs in highly disturbed landscapes: relative influence of abiotic and anthropogenic factors. *Applied Vegetation Science*, 7: 183-192.
- KETTUNEN, A., V. KAITALA, A. LEHTINEN, A. LOHILA, J. ALM, J. SILVOLA and P.J. MARTIKAINEN, 1999. Methane production and oxidation potentials in relation to water table fluctuations in two boreal mires. *Soil Biology & Biochemistry*, 31: 1741-1749.
- KRUMHOLZ, L.R., J.L. HOLLENBAK, S.J. ROSKES, and D.B. RINGELBERG, 1995. Methanogenesis and methanotrophy within a *Sphagnum* peatland. *FEMS Microbial Ecology*, 18: 215-224.
- NEDWELL, D.B. and A. WATSON, 1995. CH₄ production, oxidation and emission in a U.K. ombrotrophic peatland: influence of SO₄²⁻ from acid rain. *Soil Biology & Biochemistry*, 27: 893-903.
- OHTONEN, R., H. FRITZE, T. PENNANEN, A. JUMPPONEN and J. TRAPPE, 1999. Ecosystem properties and microbial community changes in primary succession on a glacier forefront. *Oecologia*, 119: 239-246.
- PRICE, J.S., L. ROCHEFORT and F. QUINTY, 1998. Energy and moisture considerations on cutover peatlands: surface microtopography, mulch cover and *Sphagnum* regeneration. *Ecological Engineering*, 10: 293-312.
- PRICE, J.S., A.L. HEATHWAITE and A.J. BAIRD, 2003. Hydrological processes in abandoned and restored peatlands: An overview of management approaches. *Wetland Ecology and Management*, 11: 65-83.
- ROCHEFORT, L., 2000. *Sphagnum* – A Keyston Genus in Habitat Restoration. *New Frontiers in Bryology and Lichenology*, 103: 503-508.
- ROCHEFORT, L. 2001. Restauration écologique, in Payette, S., et Rochefort, L., *Écologie des tourbières du Québec-Labrador*, Les Presses de l'Université Laval, Québec, pp. 449-505.
- ROCHEFORT, L., F. QUINTY, S. CAMPEAU, K. JONHSON and T. MALTERER, 2003. North American approach to the restoration of *Sphagnum* dominated peatlands, *Wetlands Ecology and Management*, 11: 3-20.
- RUZEK, L., K. VORSEK and J. SIXTA, 2001. Microbial Biomass-C in reclaimed soil of the Rhineland (Germany) and the North Bohemian Lignite Mining Areas (Czech Republic): Measured and predicted values. *Restoration Ecology*, 9: 370-377.
- VALENTINE, D.L., 2002. Biogeochemistry and microbial ecology of methane oxidation in anoxic environments: a review. *Antoine Van Leeuwenhoek*, 81: 271-282.
- WADDINGTON, J., M.J. GREENWOOD, R.M. PETRONE and J.S. PRICE, 2003. Mulch decomposition impedes recovery of a net carbon sink in a restored peatland. *Ecological Engineering*, 20:199-210.
- WHEELER B.D. and S.C. SHAW, 1995. Restoration of Damaged Peatlands (with particular reference to lowland raised bogs affected by peat extraction), Department of the environment, University of Sheffield, Sheffield, 211 p.
- WHITE, D.C, C.A. FLEMMING, K.T. LEUNG and S.J. MACNAUGHTON, 1998. *In situ* microbial ecology for quantitative appraisal, monitoring and risk assessment of pollution remediation in soils, the subsurface, the rhizosphere and in biofilms. *Journal of Microbiological Methods*, 32: 93-105.
- YIN, B., D. CROWLEY, G. SPAROVEK, W.J. DE MELO and J. BORNEMAN, 2000. Bacterial Functional Redundancy along a soil reclamation gradient. *Applied and Environmental Microbiology*, 66: 4361-4365.
- YOSHINARI, T., R. HYNES and R. KNOWLES, 1977. Acetylene inhibition of nitrous oxide reduction and measurement of denitrification and nitrogen fixation in soil. *Soil Biology & Biochemistry*, 9: 177-183.



caisse populaire
de trois-pistoles

PRÊT-AUTO
TAUX SPÉCIAL

POUR TOUS
VOS
BESOINS FINANCIERS

siège social
80, Notre-Dame Ouest
Trois-Pistoles (Québec)
G0L 4K0
Tél. : (418) 851-2173

La cécidomyie du sapin de Noël a-t-elle trop d'ennemis naturels ?

Conrad Cloutier, Payse Mailhot et Jacques Brodeur

La cécidomyie du sapin (mouche dont le nom scientifique est *Paradiplosis tumifex*) est avec le puceron des pousses (*Mindarus abietinus*), un ravageur de première importance dans la production de sapin baumier (*Abies balsamea*) cultivé comme arbre de Noël. La larve de la cécidomyie se développe dans une galle dont elle induit le développement sur les jeunes aiguilles durant le débourrement, au printemps. Le développement de la larve dure tout l'été et se termine vers la fin septembre alors qu'elle quitte la galle pour tomber au sol et s'enfouir pour l'hiver. Les aiguilles porteuses de galles vieillissent et chutent prématurément à l'automne suivant. Lors d'infestations graves dans une plantation approchant la maturité, les arbres très affectés perdent leur valeur esthétique, entraînant des pertes économiques pour les producteurs. Au plus fort d'une épidémie comme celle de 2000-2003, les arrosages insecticides pour le contrôle chimique de la cécidomyie sont fréquents, l'organophosphate diazinon étant utilisé presque exclusivement à cette fin.

Développé peu après la seconde guerre mondiale, le diazinon est un produit insecticide dépassé, neurotoxique pour les humains, les oiseaux et les poissons, et impliqué dans divers cas de toxicité environnementale. Sous surveillance de l'Environmental Protection Agency des États-Unis (EPA) depuis plusieurs années, il est banni au Canada pour usage en plein air en ville, notamment sur les pelouses et les plantes ornementales. On peut prévoir que la pression sur les fabricants et distributeurs de diazinon va continuer d'augmenter et qu'il sera probablement éliminé complètement pour nombre d'usages. Il est important d'envisager des produits de remplacement du diazinon pour le contrôle des ravageurs du sapin, qui seront plus compatibles avec la santé et l'idée d'environnement durable.

Nos activités de recherche, à l'Université Laval, concernent depuis plusieurs années le dépistage hâtif et la lutte intégrée contre la cécidomyie et le puceron comme ravageurs du sapin cultivé, dans le but de faciliter leur contrôle avec le minimum d'interventions par arrosage avec des insecticides chimiques, tout en favorisant la répression exercée par leurs ennemis naturels. La plupart d'entre eux sont des insectes comme les coccinelles et les guêpes parasites et ils sont également sinon plus sensibles aux insecticides chimiques que les ravageurs. Contrairement au contrôle chimique, la lutte intégrée et la lutte biologique, basée sur les ennemis naturels, reposent sur une connaissance approfondie du mode de vie des ravageurs, de leur écologie et de leurs ennemis naturels. Il est nécessaire d'en savoir beaucoup plus sur leur relation

intime avec la plante (ici le sapin), leurs déplacements saisonniers, leurs sites d'hivernement et leurs principaux prédateurs naturels. Grâce à des fonds de recherche obtenus du Conseil pour le développement de l'agriculture du Québec (CDAQ) par l'Association des producteurs d'arbres de Noël du Québec (APANQ) et à la collaboration du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ) et du Club de dépistage Relie, nous avons acquis une base de connaissances scientifiques que nous pensons utile à réduire le nombre de traitements au diazinon et à appliquer des vrais principes de lutte intégrée dans ce système caractérisé par des cycles épidémiques d'insectes ravageurs.

Au sud du Québec et au nord-est des États-Unis la cécidomyie du sapin a un cycle épidémique d'environ dix ans, bien que les données historiques à ce sujet soient minces. L'épidémie la plus récente a commencé au Québec en 1999 ou 2000; elle a culminé en 2002 et s'est effondrée apparemment complètement en 2003. Des données provenant de scientifiques américains et de leurs étudiants universitaires, sur une période d'environ 30 ans, ont révélé un pic de population de quatre à cinq ans au Maine, suivi d'un « crash » avec retour en force six à sept ans plus tard. En l'absence de dépistage et de contrôle serré au début d'une épidémie, l'abondance locale de la cécidomyie peut augmenter encore fortement pendant un ou deux ans suivant son arrivée. Cela, en considérant son fort taux de reproduction et, au début, en l'absence presque complète d'ennemis naturels.

En forêt boréale, les insectes herbivores exploitant le sapin baumier, comme la cécidomyie et le puceron, forment un réseau trophique comprenant différentes catégories d'ennemis naturels. Ces herbivores exploitent la photosynthèse et la croissance de l'arbre et supportent aussi une vaste gamme de prédateurs, parasites et microbes qui les exploitent à leur tour et les tuent en grand nombre pour croître et se multiplier eux-mêmes. Là où une population d'insectes herbivores a de la nourriture et se multiplie, ses ennemis naturels ne tardent pas, à leur tour, à s'installer et à se multiplier à leurs dépens, entraînant éventuellement une mortalité telle qu'ils peuvent éliminer leur proie et la forcer à être constamment en mouvement, et à s'établir ailleurs. En forêt, la cécidomyie et le

Les auteurs sont tous de l'Université Laval. Conrad Cloutier est professeur chercheur en biologie, Payse Mailhot est étudiante à la Maîtrise en phytologie et Jacques Brodeur est professeur chercheur en phytologie.

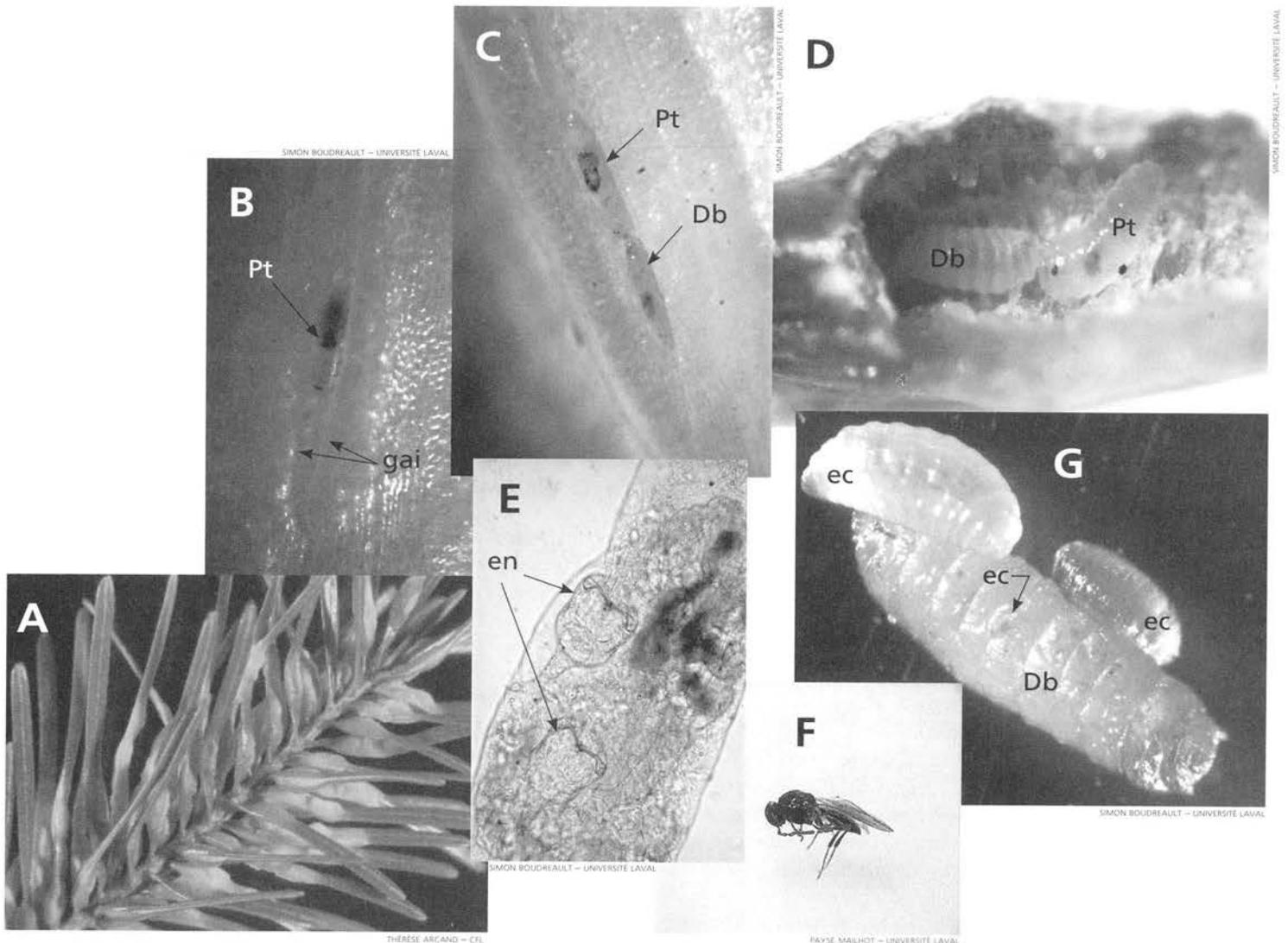


Figure 1. Cécidomyie du sapin *Paradiplosis tumifex* et principaux ennemis naturels qui lui sont associés dans sa galle sur le sapin baumier.

A. Jeune rameau montrant des aiguilles infestées de galles de cécidomyie du sapin en Juin. B. Développement initial d'une galle de *P. tumifex* montrant la larve L₁ entre les lèvres d'épiderme végétal qui s'élèvent autour d'elle en début de cécidogénèse, et qui finiront par l'inclure entièrement. C. Comme en B, avec en plus une larve d'inquiline *Dasineura balsamicola* placée derrière celle de *P. tumifex*, pour être incluse avec elle durant l'élaboration de la galle. D. Dissection d'une galle en fin d'été, montrant son occupation double par la larve de *P. tumifex* et celle de l'inquiline *D. balsamicola*. Les deux larves à un stade avancé, peu avant la mort par attrition ou expulsion de la larve de *P. tumifex* due à l'usurpation de sa galle par l'inquiline. Larve de l'inquiline reconnaissable à sa cuticule rugueuse de couleur foncée. E. Microphoto d'une larve *P. tumifex* parasitée par deux larves L₁ dormantes d'endoparasitoïde *Platygaster*. Celui-ci mature dans son hôte et le tue au printemps suivant, alors qu'il est dans la litière après avoir quitté sa galle l'automne précédent. F. Guêpe femelle de *Platygaster*, endoparasitoïde de la cécidomyie du sapin. G. Larve d'inquiline *D. balsamicola* portant trois ectoparasitoïdes généralement associés à *P. tumifex*. Leur présence sur l'inquiline suggèrent qu'ils peuvent transférer sur celle-ci pour compléter leur croissance larvaire.

Légende : Db, larve de l'inquiline *Dasineura balsamicola*; en, larve d'endoparasitoïde du genre *Platygaster*; ec, larve d'ectoparasitoïde non identifié, parasitant l'hôte *D. balsamicola*; gai, galle en formation au stade initial avant sa fermeture autour de la cécidomyie du sapin; Pt, larve de *Paradiplosis tumifex*.

puceron du sapin causent rarement des pertes importantes. Ils méritent l'appellation de « ravageurs » du sapin cultivé parce que c'est une production végétale à valeur esthétique. En tant que minuscules suceurs de la sève d'aiguilles de sapin, leurs « dommages » ont généralement peu d'impact sur la croissance d'un arbre et ne constituent certainement pas une menace mortelle. Ni d'ailleurs sur le sapin cultivé. Le cerf de Virginie est possiblement un brouteur plus dange-

reux pour la mort des arbustes, notamment au stade jeune plantule alors qu'une seule visite peut anéantir l'arbuste d'un seul coup. En forêt naturelle, la cécidomyie et le puceron ne développent apparemment pas d'épidémies aussi considérables sur le sapin baumier que dans les plantations d'arbres de Noël. L'explication probable est l'impact de la mortalité massive exercée par les ennemis naturels.

Lors de notre étude récente en 2002-2003, nous avons recensé et mesuré l'impact de toute une variété d'ennemis naturels de la cécidomyie du sapin. L'exemple le mieux connu est sans doute la cécidomyie inquiline, *Dasineura balsamica*. Il s'agit du cas le plus intéressant, car cet insecte est aussi de la famille des cécidomyies et donc une proche « cousine » de *Paradiplosis*, la vraie cécidomyie du sapin, qui est à l'origine des galles caractéristiques. Cependant, l'inquiline est en fait son ennemi mortel et donc une alliée du sapin naturel pour le protéger contre le pouvoir d'invasion de ses pousses et de la multiplication locale de *Paradiplosis*. L'inquiline *Dasineura* élimine *Paradiplosis* non pas en la tuant comme un prédateur tue une proie, car elle dépend obligatoirement de la galle de sa victime en début de saison. Les œufs de l'inquiline sont pondus tout près, en même temps ou peu après ceux de *Paradiplosis*. À l'éclosion, la larve de l'inquiline approche sa victime et la colle de très près (figure 1c), pour être enfermée en même temps dans la minuscule galle qui se développe autour. L'inquiline exploite la capacité unique de la salive de *Paradiplosis* à stimuler la jeune aiguille à former une galle, qui constitue son abri, lieu précis de nutrition et seul point de contact avec l'arbre durant les trois mois suivants. Pendant les deux premiers mois, l'inquiline consomme avec son hôte le produit nourricier de la galle, dont *Paradiplosis* entretient le flux. Fin août début septembre, l'inquiline a grossi plus vite que son hôte et prend alors toute la place en l'expulsant ou la poussant à l'écart des cellules végétales nourricières de la galle, finissant par occuper et exploiter seule la galle en fin de saison. La cécidomyie inquiline est donc un parasite oligatoire, associé intimement à la cécidomyie du sapin – et qui est, comme le renard pour le lièvre, une cause majeure de mortalité de sa victime –, dont l'impact croît à mesure qu'avance le cycle épidémique d'infestation. La galle de *Paradiplosis* la protège contre les intempéries, les oiseaux, les araignées et les gros insectes prédateurs, mais non pas contre l'inquiline qui, comme un fin renard, « connaît » le comportement de sa victime et « sait » comment profiter de ses faiblesses.

Divers autres ennemis naturels de la cécidomyie du sapin viennent s'y associer dans le microenvironnement de la galle au cours de l'été, en plus de l'inquiline *Dasineura*. Les résultats de notre étude ont révélé une dizaine d'espèces de guêpes parasitoïdes. Ce sont des insectes parasitiques spécialisés dont l'adulte à vie libre ressemble à une micro-guêpe (figure 1f) et dont seule la larve est un parasite, soit interne (endoparasitoïde; figure 1e), soit externe (ectoparasitoïde; figure 1g) de la larve de la cécidomyie du sapin. La majorité des parasitoïdes semblent associés principalement à la cécidomyie du sapin plutôt qu'à son inquiline, quoique leur vraie relation d'hôte soit encore incertaine.

Résultats scientifiques de l'étude

Nos travaux ont été conduits grâce à la collaboration de membres de l'APANQ dans trois plantations de l'Estrie et de la Montérégie, soit Inverness, Racine et Saint-Fortunat. Ils sont basés sur des échantillons de pousses (un ou deux par

semaine) durant toute la saison 2002. L'étude en plantation a repris au printemps 2003, mais a été arrêtée à la mi-juin alors qu'il était devenu évident que les galles étaient trop rares dans ces plantations comparativement à 2002 pour continuer de collecter des données, l'épidémie étant terminée. En 2002, des milliers de pousses et de galles ont été rapportées au laboratoire pour examen au microscope afin de mesurer le taux d'infestation et identifier les insectes occupant les galles. Les données de 2002 nous ont permis de suivre de près le cycle saisonnier de la cécidomyie du sapin au pic de l'épidémie récente, dans trois localités éloignées l'une de l'autre, et pendant le cycle saisonnier complet des galles qui commence en mai et dure jusqu'à la fin novembre pour ce qui concerne le cycle de l'inquiline de la galle. Dans le cadre de la maîtrise associée au projet (PM), plus de 1 000 galles ont été mises en dormance au laboratoire à l'hiver 2002-2003, pour permettre l'identification taxonomique des mouches de cécidomyies et des guêpes de parasitoïdes sortant des galles au printemps après hivernement.

Pour la saison 2002, les données ont montré que le pourcentage de galles de *Paradiplosis* occupées en plus par une inquiline était de 21 % à Saint-Fortunat et 58 % à Racine, un milieu situé à moins haute altitude, où le cycle épidémique paraissait un peu plus avancé. À Saint-Fortunat, le taux moyen d'ectoparasitisme des larves de la cécidomyie du sapin était de 10 % et l'endoparasitisme de 21 à 37% selon le groupe taxonomique (à noter que si les ectoparasitoïdes sont faciles à voir à la dissection d'une galle, l'endoparasitisme exige l'examen microscopique interne des larves, ce qui, compte tenu de la difficulté, était limité à des sous-échantillons seulement). Les taxons des parasitoïdes de cécidomyie sont plutôt mal connus, même aux États-Unis. Nous ne pouvons identifier à l'espèce qu'une fraction des parasitoïdes récoltés. Cependant, nous avons reconnu deux groupes distincts d'endoparasitoïdes : 1) des *Platygaster* dont la guêpe (figure 1f) attaque la larve de cécidomyie du sapin très tôt en saison et dont la propre larve (figure 1e) reste dormante tout l'été et l'hiver suivants, inactive dans le corps de sa victime parasitée. L'autre groupe attaque en septembre, leurs larves se développant très vite et tuant la larve de la cécidomyie du sapin en fin de saison. À Racine, l'ectoparasitisme saisonnier moyen était de 5 %, l'endoparasitisme par *Platygaster* de 31 % et celui par les endoparasitoïdes d'automne de près de 12 %. La plantation du producteur d'Inverness avait très peu de cécidomyie du sapin en 2002 (8 % d'infestation avec généralement une seule galle), de sorte que l'abondance des galles était trop faible pour analyse quantitative.

Des données supplémentaires, basées sur la dissection de milliers de galles récoltées à Saint-Fortunat, à l'automne 2002 (figure 2), ont permis d'estimer que seulement 9 % des galles formées au printemps avaient encore comme seul occupant, la larve *Paradiplosis* initiatrice de la galle, alors que près de 60 % étaient occupées par l'inquiline, et 30 % par un ou plusieurs parasitoïdes. Parmi les galles provenant de Saint-Fortunat et hivernées artificiellement au laboratoire

pour être suivies à l'hiver 2003 afin de documenter l'émergence de mouches de cécidomyies et de guêpes parasitoïdes (figure 3), seulement 8 % des galles ont produit une mouche de la cécidomyie du sapin *Paradiplosis*; près de 22 % ont produit une cécidomyie inquiline *Dasineura*, et près de 70 % ont produit une guêpe parasitoïde.



Figure 2. Résultats de la dissection de galles collectées de septembre à novembre 2002 à Saint-Fortunat. Les galles étaient disséquées et leurs occupants identifiés comme étant soit des : larve de la cécidomyie du sapin (*Paradiplosis*); larve de cécidomyie inquiline (*Dasineura*); larves d'ectoparasitoïdes ou d'endoparasitoïdes sur *Paradiplosis*.

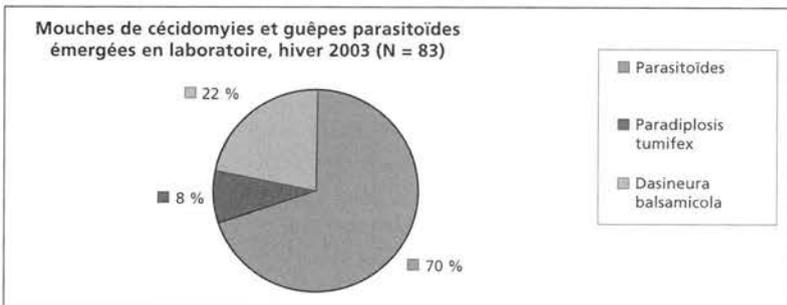


Figure 3. Insectes adultes émergés des galles de la cécidomyie du sapin collectées de septembre à novembre 2002 à Saint-Fortunat. Au laboratoire, les galles étaient mises en dormance au froid pendant plusieurs semaines à l'automne, puis remises sous des conditions propres au développement en janvier pour surveiller la maturation et la sortie des adultes.

Conclusions de l'étude de terrain

À Racine et à Saint-Fortunat en 2002, plus de 90 % des galles formées au printemps 2002 par la cécidomyie du sapin *Paradiplosis* et restées habitées tout l'été, étaient occupées en fin de saison par ses ennemis naturels mortels, soit l'inquiline *Dasineura*, soit un ou plusieurs parasitoïdes, ou les deux sortes d'ennemis naturels à la fois. À la fin 2002, on pouvait donc prédire la fin imminente de l'épidémie, ce que nous avons confirmé dans ces plantations en 2003, sur la base des données étendues sur plusieurs semaines en mai et juin. On peut conclure qu'en 2002, dans ces plantations excluant tout traitement insecticide, le contrôle naturel par la cécidomyie inquiline et les parasitoïdes a eu un impact majeur, estimé à près de 90 % de mortalité de la cécidomyie du sapin. Nous pensons que la mortalité naturelle par l'activité de l'inquiline et des parasitoïdes a été la principale cause du déclin du cycle épidémique récent de la cécidomyie du sapin.

La cécidomyie du sapin a-t-elle trop d'ennemis naturels?

Non ! Et il est facile de comprendre pourquoi, d'après nos données. Cependant il ressort de cette étude que les divers ennemis naturels de *Paradiplosis* ne sont pas pour autant des « amis » et qu'ils sont carrément incompatibles s'ils se trouvent ensemble dans une même galle. Le rôle de « prédateur » est risqué lorsque les proies qui servent de ressources se raréfient. Nos données, collectées à la fin d'un cycle épidémique de *Paradiplosis* en 2002, révèlent des antagonismes évidents, résultant de la compétition intense qui s'installe entre les ennemis naturels, qui deviennent souvent des compétiteurs directs pour la larve *Paradiplosis* dans sa petite galle. Exemple : en excluant son hôte *Paradiplosis* de sa galle en fin d'été, l'inquiline élimine du même coup les larves de *Platygaster* qui sont alors des victimes indirectes impuissantes de l'inquiline, malgré leur abondance et leur capacité à tuer

Tableau 1. Résumé des données sur la cécidomyie du sapin et ses ennemis naturels en 2002, dans trois localités de l'Estrie et la Montérégie. Les données montrent que l'infestation était prononcée dans deux des trois plantations, avec 56 à 60 % des pousses qui portaient une ou des galles, dont 21 à 58 % étaient aussi habitées par l'inquiline des galles.

Localité	N de dates échantillons	N de pousses	Infestées ¹ %	N de galles par pousse	Inquilinisme ² %	Ectopar. ³ %	Platyg. ⁴ %	Endop. ⁵ %
Inverness	23	693	8,15	0,16	—	—	—	—
Saint-Fortunat	25	1728	56,3	4,59	20,7	9,98	21,2	36,6
Racine	17	584	60,3	3,88	58,1	4,52	31,3	12,3

1. Une pousse était comptée comme infestée si elle portait une galle ou plus de *Paradiplosis tumifex*.
2. Présence avec *P. tumifex* d'une larve de l'inquiline *Dasineura balsamicola* dans la galle.
3. Présence d'un ou plusieurs ectoparasitoïdes.
4. Présence de larves d'endoparasitoïdes du genre *Platygaster*.
5. Présence d'autres endoparasitoïdes.

leur hôte sans aide. Nos données suggèrent aussi que l'inquiline peut à son tour être victime des ectoparasitoïdes de fin de saison qui, après avoir vu leur hôte *Paradiplosis* éliminé par l'inquiline, utilisent celle-ci comme hôte pour finir leur propre développement ! Malgré ces interactions négatives, l'attaque de l'inquiline ajoutée à celle des parasitoïdes apparaît comme la cause de mortalité naturelle la plus importante de *Paradiplosis*. L'écologie de l'inquiline sur le sapin baumier en forêt adjacente aux plantations, qui sert de réservoir naturel aux ennemis de la cécidomyie du sapin, devrait être étudiée davantage. L'inquiline ne cause pas la galle, mais elle en dépend obligatoirement. Elle doit donc suivre les populations de son hôte de très près pour survivre. Une question qui se pose maintenant est de savoir s'il serait possible de manipuler les ennemis naturels, notamment l'inquiline, par ensemencement précoce, dans le but de tuer dans l'œuf le cycle épidémique de *Paradiplosis* dès qu'il s'installe dans une plantation.

Avec un cycle d'environ dix ans de culture, le feuillage qui détermine la valeur esthétique du sapin baumier à la vente est celui qui pousse dans les derniers deux ou trois ans de croissance. Sur dix ans de croissance à maturité, il existe donc un délai de sept à huit ans durant lequel l'arrosage aux insecticides est optionnel sinon superflu. La tolérance partielle aux insectes qui menacent du feuillage destiné à être remplacé bien avant la maturité et la récolte semble bien possible. L'exclusion des insecticides durant cette période serait bénéfique aux ennemis naturels dont la présence et l'abondance, autour et dans les plantations, est un facteur évident de prévention des infestations.

Il est important que l'APANQ continue d'investir dans la recherche scientifique sur l'écologie des ravageurs du sapin cultivé. La possibilité de le faire dépendra de la volonté de ses membres d'y contribuer par leur collaboration et leur soutien, notamment celui d'étudiants qui seraient prêts, pendant un an ou deux, à observer des insectes pour accumuler des données scientifiques et créer une base rationnelle utile pour la production. Le soutien financier dont ils ont besoin provient ultimement de l'activité économique et il devrait être en relation plus directe avec celle qu'il sert. La recherche sur les ravageurs des arbres de Noël au Québec devrait être soutenue directement par les producteurs, par exemple au moyen d'un fonds de recherche constitué, maintenu et géré par l'APANQ. La recherche pourrait ainsi être orientée sous l'influence plus directe des producteurs par la présence de membres de l'APANQ à un comité d'attribution des fonds aux chercheurs. Si la recherche génère des observations et des données qui sont utiles aux producteurs, ils ont un intérêt dans sa poursuite à long terme et son ajustement aux besoins les plus évidents. Les changements climatiques en cours seront probablement très favorables aux insectes ravageurs, compte tenu de leur courte durée de vie et de leur forte fécondité, pouvant leur permettre de répondre très rapidement à des étés plus longs et à des hivers moins froids.

Avons-nous l'information nécessaire pour voir venir l'impact sur la production d'arbres de Noël et être prêts à y faire face ? Le producteur informé de la biologie et de l'écologie des ravageurs peut les détecter lui-même et agir plus vite et plus efficacement, de façon à prévenir le développement normal d'une épidémie du genre de celles de la cécidomyie du sapin et à exploiter la capacité inhérente de la nature à la stopper. En étant écologiquement informé et en gardant la pédale douce sur la pompe du canon à insecticide, le producteur protège aussi la santé des acheteurs qui acceptent de faire entrer un arbre de Noël dans leur salon pour plusieurs semaines au temps des fêtes. De plus, il est clair qu'il investit ainsi dans la valeur actuelle et future du paysage semi-naturel que doivent être les plantations de sapin en Estrie et dans les Appalaches.

Remerciements

Nous désirons remercier les nombreuses personnes ou les organismes qui ont contribué à cette étude : André Pettigrew du MAPAQ pour son encouragement, ses conseils et la collecte de données à Racine. Fernand Plante de l'APANQ pour son intérêt et son rôle dans la mise en place et le financement du projet; Dominique Choquette du Club Relie pour sa collaboration et la collecte de données; Christine Jean, Simon Boudreault et Sébastien Jacob professionnels de recherche à l'Université Laval pour leur travail soutenu à tous les niveaux de la réalisation du projet; Benoît Bédard, André Côté et Francis Côté, producteurs d'arbres de Noël, pour leur générosité et l'accès à leurs plantations en 2002 et 2003; le programme CDAQ pour son importante contribution financière; le réseau Biocontrôle pour son soutien, sa collaboration financière avec l'APANQ et l'attribution d'une bourse d'étude. ◀

1. Cet article a été présenté par C.C. lors du 7^e colloque provincial sur la production des arbres de Noël, qui a eu lieu le samedi 19 février 2005, à l'Hôtel Le Président, Sherbrooke.

Marc-André Touzin, II.B

Notaire et conseiller juridique



2059, de la Canardière
Bureau 4, Québec, Qc
G1J 2E7

Fax: (418) 661-2819

Tél.: (418) 661-7919

Les tortues marines: un plan d'action pour mieux cerner leur situation au Québec

Martin Ouellet, Christian Fortin, Patrick Galois et Patricia Nash

Résumé

Il existe aujourd'hui sept espèces de tortues marines dans le monde. Parmi celles-ci, la caouane (*Caretta caretta*), la tortue bâtarde (*Lepidochelys kempii*), la tortue luth (*Dermochelys coriacea*) et la tortue verte (*Chelonia mydas*) fréquentent à divers degrés les eaux canadiennes du côté de l'océan Atlantique. Au Québec, seule la tortue luth s'aventurerait dans les eaux salées du golfe du Saint-Laurent à la recherche de sa nourriture. Quelques observations le confirment et sa présence semble plus que sporadique. Mais qu'en est-il vraiment? Nous présentons ici une revue de la littérature ainsi que deux mentions inédites de tortue luth en provenance des îles de la Madeleine et de l'archipel de Mingan. Nous sommes à établir un plan d'action québécois afin d'augmenter nos connaissances sur la répartition, la situation et l'écologie de cette espèce. Un réseau de différents intervenants, dont des associations locales et plusieurs pêcheurs de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent, sera mis à contribution. Tous les secteurs du Saint-Laurent maritime sont visés, incluant les régions de la Basse-Côte-Nord, de l'île d'Anticosti, de la Gaspésie et des Îles-de-la-Madeleine, de même que la côte du Labrador.

Situation mondiale

Sept espèces reconnues de tortues marines peuplent actuellement les régions chaudes des mers et des océans de la planète (Crother, 2000; Spotila, 2004) : la caouane (*Caretta caretta*), la tortue à dos plat (*Natator depressus*), la tortue bâtarde (*Lepidochelys kempii*), la tortue imbriquée (*Eretmochelys imbricata*), la tortue luth (*Dermochelys coriacea*), la tortue olivâtre (*Lepidochelys olivacea*) et la tortue verte (*Chelonia mydas*). Sur la côte Pacifique du Canada, seules les tortues luths et les tortues vertes fréquentent à l'occasion l'environnement marin de la Colombie-Britannique (McAlpine *et al.*, 2004). Du côté de l'océan Atlantique, la caouane (figure 1), la tortue bâtarde (figure 2), la tortue luth (figure 3) et la tortue verte (figure 4) visitent les régions côtières de la Nouvelle-Angleterre (Lazell, 1980; Shoop et Kenney, 1992), des provinces maritimes (Squires, 1954; Bleakney, 1965; Miller, 1968; Steele, 1972; Goff et Lien, 1988; McAlpine *et al.*, 2006) et de Saint-Pierre-et-Miquelon entre les mois de juin et de novembre. Cependant, la tortue luth est de loin la plus abondante dans nos eaux tempérées. Elle se rencontre aussi de temps à autre beaucoup plus au nord le long de la côte du Labrador (Threlfall, 1978). Ce dernier auteur rapporte en

particulier la capture d'une tortue luth femelle à 48 km au nord-est de Nain (56° parallèle), dans la mer du Labrador. Il n'est pas impossible non plus, certaines années, que la tortue luth puisse s'aventurer encore plus haut en latitude, le long



Figure 1. Une caouane adulte (*Caretta caretta*) sous observation dans un bassin intérieur

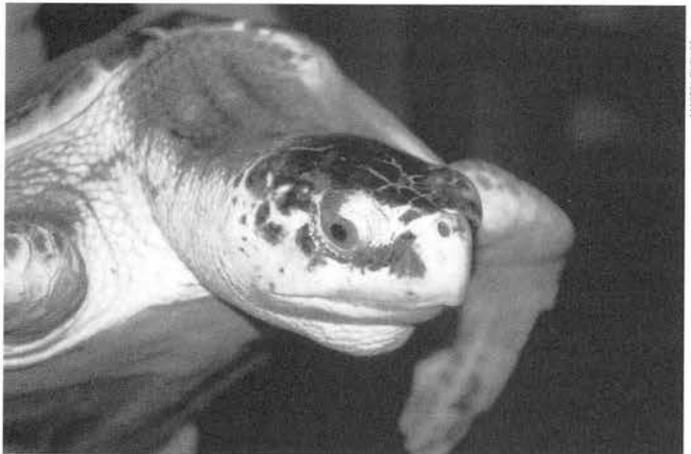


Figure 2. Une tortue bâtarde (*Lepidochelys kempii*) lors d'un examen vétérinaire

Martin Ouellet est médecin vétérinaire, herpétologiste et chercheur en environnement pour Amphibia-Nature.

Christian Fortin est biologiste spécialisé en écologie animale pour FORAMEC.

Patrick Galois est docteur en biologie et chercheur spécialisé en herpétologie pour Amphibia-Nature.

Patricia Nash est biologiste et directrice du programme des espèces marines en péril pour la Fondation Québec-Labrador.



Figure 3. Une tortue luth (*Dermochelys coriacea*): sa tête massive caractéristique ne possède aucune écaille.

de la portion sud de l'île de Baffin (*Qikiqtaaluk*) et dans le détroit d'Hudson (Shoop, 1980).

Les tortues marines sont actuellement menacées à l'échelle mondiale par les activités humaines (Lutcavage *et al.*, 1997; Meylan et Ehrenfeld, 2000). La destruction et la modification des plages de ponte, la collecte des œufs et des individus, la mortalité associée à certaines techniques de pêche moderne, l'ingestion de sacs de plastique et l'enchevêtrement dans des déchets non biodégradables ne sont que quelques exemples des nombreuses menaces qui pèsent sur ces espèces (figure 5). En théorie, les tortues marines sont toutes protégées aujourd'hui. Elles sont inscrites à l'Annexe 1 de la *Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction* en vue d'interdire le commerce. Au Canada, la tortue luth est désignée comme une espèce « en voie de disparition » par le Comité sur la situation des espèces en péril (James, 2001; COSEPAC, 2005). Elle figure également sur la liste québécoise des espèces susceptibles d'être désignées « menacées » ou « vulnérables » (Gouvernement du Québec, 2005).



Figure 5. Une tortue olivâtre (*Lepidochelys olivacea*): un triste spectacle sur une plage de Muisne, Équateur

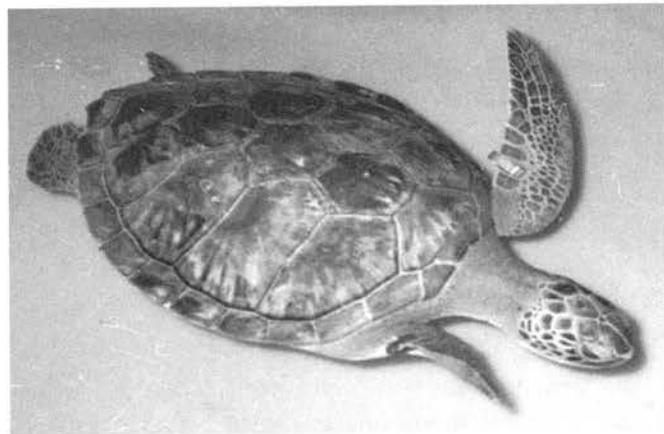


Figure 4. Une tortue verte (*Chelonia mydas*) de l'Atlantique, en réhabilitation

Répartition québécoise

L'estuaire du Saint-Laurent est formé de l'estuaire moyen qui débute à l'est de l'île d'Orléans et de l'estuaire maritime qui commence à Tadoussac et se termine à la hauteur de Pointe-des-Monts. À cet endroit, un élargissement des rives marque le début du golfe du Saint-Laurent. Il semble que depuis toujours nous ayons sous-estimé l'importance de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent comme habitats saisonniers pour la tortue luth en particulier (figure 6). Historiquement, la première mention documentée de cette espèce dans le golfe du Saint-Laurent remonte à Bleakney (1965) qui rapporte deux captures faites en septembre 1964 dans le détroit de Northumberland, à la hauteur de Little Shemogue au Nouveau-Brunswick. C'est 75 ans après la première publication de la capture, en 1889, d'une tortue luth dans des eaux canadiennes à proximité de Prospect, Nouvelle-Écosse (Piers, 1890).

Sur le territoire québécois, c'est tout d'abord au Musée de l'Instruction publique de Québec que nos grands-parents ont pu admirer pour la première fois une tortue luth de près (Anonyme, 1916). Il s'agissait d'un spécimen de



Figure 6. Le golfe du Saint-Laurent, à la hauteur de la rivière Tortue sur la Côte-Nord: un nom évocateur pour nous rappeler qu'une tortue marine n'est peut-être pas très loin!



Figure 7. La première observation officialisée d'une tortue luth (*Dermochelys coriacea*) au Québec: un mâle de 430 kg capturé par un pêcheur, le 3 septembre 1981, au large de la baie de Brador, Basse-Côte-Nord



Figure 8. Une tortue luth (*Dermochelys coriacea*) en voie d'être relâchée après une capture accidentelle par des pêcheurs au large de l'île d'Entrée, Îles-de-la-Madeleine, le 11 septembre 2000

400 kg capturé à Lunenburg en Nouvelle-Écosse. Toutefois, au Québec, la première observation documentée d'une tortue luth dans le golfe du Saint-Laurent est très récente et ne date que de 1981 (Béland, 1981; D'Amours, 1983). Cette tortue (figure 7) avait été capturée par un pêcheur au large de la baie de Brador, près de Lourdes-de-Blanc-Sablon sur la Basse-Côte-Nord. Quelques autres observations ont été rapportées depuis ce temps (tableau 1). De plus, nous rapportons deux mentions inédites provenant des îles de la Madeleine et de l'archipel de Mingan. Une première tortue luth a été capturée en septembre 2000 dans le secteur de l'île d'Entrée (figure 8). La carapace d'une autre tortue luth a été trouvée en juillet 2004 en face de la marina de Havre-Saint-Pierre (figure 9). Toutes ces mentions sont indiquées sur la carte représentant l'ensemble de notre aire d'étude (figure 10).

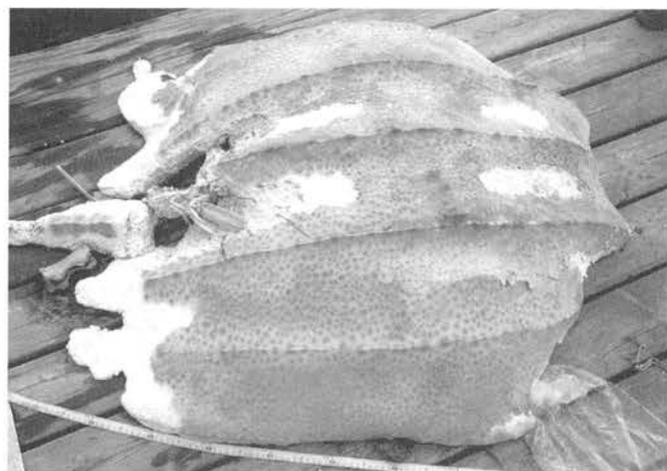


Figure 9. La carapace d'une tortue luth (*Dermochelys coriacea*) échouée dans l'archipel de Mingan en face de la marina de Havre-Saint-Pierre, le 13 juillet 2004

La tortue de Mercure

Depuis des millénaires, les tortues marines ont captivé les humains pour des raisons spirituelles, nutritionnelles et économiques (Frazier, 2003). La première description scientifique et l'illustration d'une tortue luth ont été faites par Guillaume Rondelet [1507-1566], médecin et naturaliste français, dans un ouvrage sur les poissons de mer publié originellement en latin il y a 452 ans (Rondelet, 1554). On trouve dans ce même livre la première description et l'illustration moderne de la caouane. À l'époque, Rondelet désigna la tortue luth sous l'appellation de « *Mercurij testudinam* » en référence au luth, instrument de musique que Mercure, dans la mythologie romaine, aurait fabriqué en utilisant sa carapace.

La tortue luth est aujourd'hui la plus grosse tortue vivante dans le monde avec un poids qui peut varier entre 250 et 900 kg (Spotila, 2004). La longueur de sa carapace peut atteindre près de 2 m chez le mâle. Cette espèce pélagique est capable de plonger à plus de 1 000 m de profondeur (Eckert *et al.*, 1989) et effectue des migrations records dans la plupart des eaux tropicales et tempérées de la planète. En septembre 1987, une tortue luth portant une étiquette d'identification sur une nageoire a été capturée accidentellement dans un filet de pêche au large de Fox Harbour à Terre-Neuve (Goff *et al.*, 1994). Elle avait été marquée 128 jours plus tôt en Guyane française, 5 000 km plus au sud, soit une distance moyenne parcourue en ligne droite de 39 km par jour. Des tortues luths également marquées en Guyane française ont été capturées de l'autre côté de l'océan Atlantique sur les côtes du Maroc, de l'Espagne et de la France (Girondot et Fretey, 1996). La population mondiale de tortue luth femelle, pondant sur les différentes plages tropicales, est aujourd'hui estimée à 35 860 individus (Spotila, 2004).

Tableau 1. Liste des observations documentées de la tortue luth (*Dermochelys coriacea*) dans le golfe du Saint-Laurent au Québec

Date	Lieu	Stade	Commentaire	Source
3 septembre 1981	Au large de la baie de Brador, près de Lourdes-de-Blanc-Sablon	Adulte ♂, 430 kg	Capturée par un pêcheur (figure 7)	Béland (1981), D'Amours (1983)
1985	Près de Kegaska	—	Observée par des pêcheurs	Bider et Matte (1991)
1987	Pointe-aux-Loups, Îles-de-la-Madeleine	—	Photographiée	Bider et Matte (1991)
23 novembre 1993	Havre de Tourelle, Gaspésie	Adulte	Observée par sept pêcheurs	Bossé (1994)
10 septembre 1999	Archipel de Mingan	Adulte	Photographiée à proximité de méduses	James et Herman (2001)
11 septembre 2000	Au large de l'île d'Entrée, Îles-de-la-Madeleine	Adulte	Capture accidentelle par des pêcheurs (figures 3 et 8)	Mention inédite
13 juillet 2004	Archipel de Mingan, en face de la marina de Havre-Saint-Pierre	Adulte	Carapace échouée (figure 9)	Mention inédite

À la recherche de méduses

La présence de tortues luths, associée à de grandes concentrations de méduses, a été rapportée dans certaines régions côtières (Grant *et al.*, 1996). De la même façon, les tortues luths seraient attirées par l'habitat saisonnier que représentent l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent en raison de l'abondance des méduses. Bleakney (1965) avait déjà proposé ce lien dans le passé et, plus récemment, James et Herman (2001) ont présenté neuf observations de tortues luths se nourrissant activement de méduses dans les eaux canadiennes. Les tortues luths seraient très friandes de la méduse rouge de l'Arctique (*Cyanea capillata*). Cette espèce

marine est abondante de l'Arctique jusque dans les eaux tempérées du golfe et de l'estuaire maritime du Saint-Laurent (Chabot et Rossignol, 2003). Cette méduse capture et paralyse ses proies à l'aide de nématocystes venimeux situés au niveau de ses tentacules. Elle a un diamètre de 30 cm, mais certains individus peuvent atteindre de 1 à 2 m. Sur le plan de la conservation, l'appétit vorace des tortues luths les amène parfois à consommer des sacs de plastique qui pullulent de nos jours dans de nombreux environnements marins. Elles confondent ces débris avec des méduses au risque d'affecter grandement leur état de santé (Mrosovsky, 1981; Fritts, 1982).

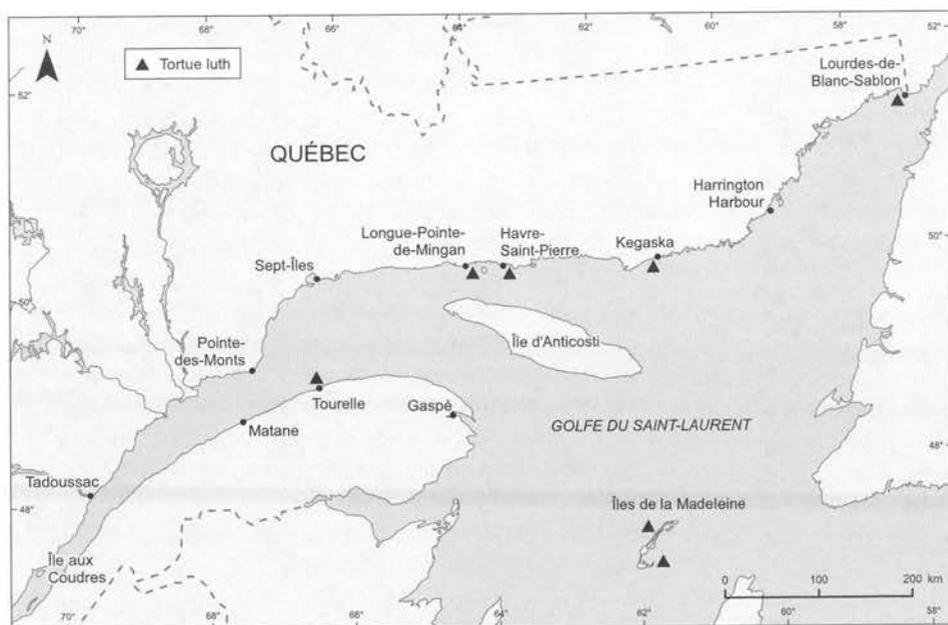


Figure 10. Aire d'étude et localisation des observations documentées de la tortue luth (*Dermochelys coriacea*) dans le golfe du Saint-Laurent au Québec

Il ne faut pas trop se surprendre de la présence de la tortue luth, souvent associée aux mers tropicales, dans les eaux froides de nos régions. Ce reptile « ectotherme » a en effet la capacité unique d'exercer un certain contrôle de sa température corporelle et peut maintenir sa température interne de 8 à 18 °C au-dessus de la température de l'eau ambiante (Frair *et al.*, 1972; James et Mrosovsky, 2004). Cette espèce « tropicale » est donc bien adaptée pour tolérer les températures de l'eau qui varient localement de 5 à 20 °C en été dans l'estuaire maritime et le golfe du Saint-Laurent. La tortue luth a même été observée nageant dans des eaux de 0 °C à Terre-Neuve (Goff et Lien, 1988). La table nous apparaît donc mise pour une réelle « turtle season » au Québec, une expression régulièrement rapportée par les pêcheurs de la Nouvelle-Écosse (Bleakney, 1965).

Un plan d'action

Les rencontres très enrichissantes que nous avons faites dans le cadre de nos divers travaux herpétologiques dans plusieurs régions de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent (Fortin *et al.*, 2004) ont été un élément très stimulant dans l'élaboration de ce projet sur les tortues marines. Nous avons commencé en 2003 à recueillir de l'information et des données auprès de pêcheurs et de différentes associations locales dans ces régions. Une feuille de terrain bilingue et en couleur a été distribuée en main propre et par courriel à plusieurs intervenants (figure 11). Conscient que la recherche active de tortues marines équivaut à chercher une aiguille dans une meule de foin, nous avons ainsi opté pour une approche plus communautaire et à petit budget dans un premier temps. En ce sens, nous empruntons une démarche comparable à celle qui est utilisée dans les provinces maritimes (Lien *et al.*, 1989; Martin et James, 2005).

Parrainé par la Fondation Québec-Labrador, un projet de plus grande envergure a cependant été mis en place en 2005 sur la Basse-Côte-Nord. Une cinquantaine

de pêcheurs de Kegaska, La Romaine, Chevery, Harrington Harbour, Tête-à-la-Baleine, La Tabatière, Saint-Augustin, Vieux-Fort, Rivière-Saint-Paul, Brador, Lourdes-de-Blanc-Sablon et Blanc-Sablon ont reçu une trousse d'observation des espèces marines en péril. Cette trousse comprenait un manuel d'instructions pour l'observateur, un tableau d'identification avec des techniques de remise à l'eau, un carnet d'observations, des fiches informatives, une échelle de Beaufort, un appareil photo jetable et une casquette. Dans un dessein scientifique, il nous est vite apparu que l'appareil photo prendrait ici toute son importance. La réponse enthousiaste des pêcheurs a été sans équivoque, ces derniers étant en première ligne et les plus susceptibles d'apercevoir ces espèces dans le golfe du Saint-Laurent (figure 12).

En plus des pêcheurs, nous voulons établir des liens avec des communautés autochtones du Labrador, du Nunavik et du Nunavut. Ces populations pourraient avoir des contacts occasionnels avec des tortues luths dans le cadre de leurs activités traditionnelles de chasse et de pêche. Une chanson traditionnelle inuite de l'île de Baffin et une sculpture faite de

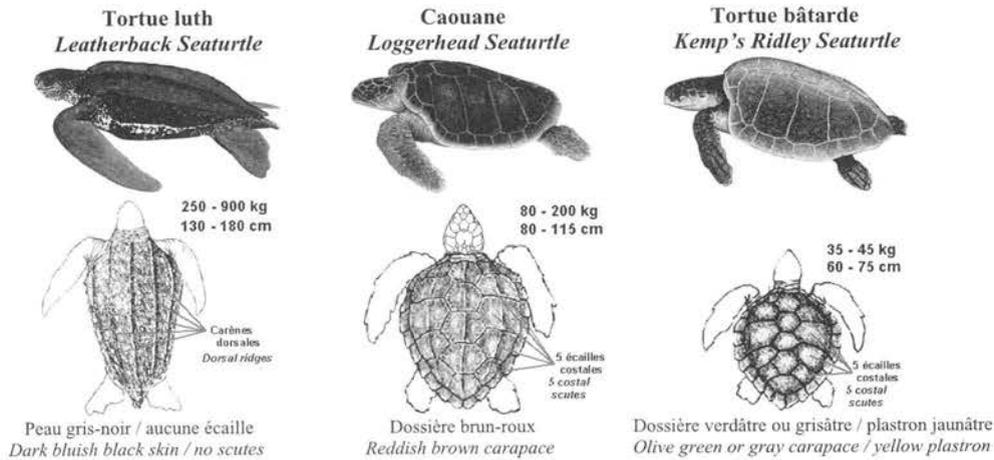
Projet sur les tortues marines au Québec / Québec Sea Turtle Project

<http://www.amphibia-nature.org/>

tortuemarine@amphibia-nature.org

Martin Ouellet, D.M.V. - Christian Fortin, M.Sc. - Patrick Galois, Ph.D. - Patricia Nash, B.Sc.

S.V.P. retourner à / Please return to : Amphibia-Nature, 4254 rue Garnier, Montréal, Québec H2J 3R5



Date	Heure Time	Météo Weather	Lat / Long (NAD83)	Lieu Location	Espèce Species	Commentaires * (comportement, poids, longueur) Comments ** (behaviour, weight, length)	Photos (oui / yes)

* Présence de méduses / Température de l'eau / Tortue nageant seule ou en groupe, attrapée dans un filet, échouée, vivante, morte, blessée / Étiquette d'identification
** Presence of jellyfish / Water temperature / Turtle swimming alone or in group, caught in net, stranded, alive, dead, injured / Identification tag

Observateur / Recorder Adresse / Address Téléphone / Phone Courriel / E-mail Nom du bateau / Vessel Name

Tortue échouée / Stranded Turtle = Sans frais / Toll free 1-877-UneLuth / 1-877-863-5884

Figure 11. Feuille de terrain: un projet sur les tortues marines au Québec

stéatite provenant de Cape Dorset (*Kingnait*) font d'ailleurs précisément allusion à la tortue luth (Shoop, 1980). Il n'en fallait pas plus pour renforcer notre intérêt déjà très grand pour l'herpétologie du Grand Nord.

De nombreuses observations

À la suite de nos premières démarches, nous avons été agréablement surpris par les nombreuses histoires et observations de tortues marines que nous avons accumulées. Ce projet ne fait que débiter et déjà plusieurs indices nous portent à croire que l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent seraient régulièrement fréquentés par la tortue luth pendant la saison estivale. Cette espèce remonterait le fleuve Saint-Laurent jusqu'à la hauteur de l'île aux Coudres dans Charlevoix. Par ailleurs, nous avons obtenu d'un pêcheur une observation anecdotique d'une caouane près de l'île Greenley, au large de Lourdes-de-Blanc-Sablon. Ce n'est sans doute qu'une question de temps avant que nous confirmions une première mention officielle de la caouane dans les eaux québécoises.

Vers un atlas scientifique

Seules les observations de tortues marines validées (e.g., par le support de photos ou de vidéos) et accompagnées d'information quantitative (e.g., date précise, GPS) ont un intérêt scientifique. Ces observations seront présentées sur une carte de répartition québécoise qui fera bientôt l'objet d'une publication scientifique. Cette carte sera aussi accessible et mise à jour sur notre site Internet (<http://www.amphibia-nature.org/>). Ces observations s'ajouteront à celles d'autres espèces d'amphibiens et de reptiles présentes dans notre aire d'étude et qui apparaîtront dans un atlas scientifique en cours de réalisation.

Recherches futures

L'objectif premier de notre projet est d'augmenter nos connaissances scientifiques sur la répartition, la situation et l'écologie des tortues marines qui fréquentent l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent. Nous voulons aussi promouvoir la conservation de ces espèces. Éventuellement, avec l'appui de plusieurs partenaires et de sources de financement, nous souhaitons entreprendre un programme de marquage et de suivi satellitaire afin de préciser l'utilisation du territoire par ces tortues. Par exemple, les tortues luths se concentrent-elles seulement dans les aires d'abondance de méduses? D'où proviennent-elles au juste? Où passent-elles l'hiver? Quelle est l'importance relative des différents facteurs de mortalité? Nous aimerions aussi profiter d'un programme de marquage afin d'évaluer l'état de santé de ces tortues (Galois et Ouellet, 2006) et de prélever certains échantillons pour effectuer des analyses génétiques. À l'heure du maintien de la

biodiversité et de l'évidence des changements climatiques, et en raison des menaces qui pèsent globalement sur ces espèces, la méconnaissance de la situation actuelle des tortues marines dans les eaux québécoises nous semble une lacune urgente à combler.



Figure 12. Havre de pêche de Saint-Godefroi en Gaspésie : les pêcheurs de tout le Québec seront invités à participer à ce projet sur les tortues marines.

Remerciements

Nous désirons remercier Marline Bertany, Charles Cormier, Shanie Caroline Fradette, Jocelyn Ouellet et Benoît Roberge pour l'utilisation de leurs photos, et Alain Chouinard pour la cartographie. Nous remercions Dany Arseneau et Bruno Déraspe (pêcheurs des îles de la Madeleine), Melvin Jones (pêcheur de la Basse-Côte-Nord), Benoît Roberge (Parcs Canada) et Louis Richard pour leur contribution de mentions inédites. Nos remerciements s'adressent également aux organismes suivants pour leur support (en ordre alphabétique) : l'Association des pêcheurs de la Basse-Côte-Nord, la Commission scolaire du Littoral, la Fondation Québec-Labrador, FORAMEC, Pêches et Océans Canada, le Programme d'intendance de l'habitat des espèces en péril du gouvernement du Canada et la *Student Conservation Association* (États-Unis). Nous remercions finalement les nombreux autres intervenants qui contribueront à l'avancement de ce projet.

Pour toute information, pour partager avec nous des données historiques ou pour nous signaler la présence de tortues marines au Québec et au Labrador, vous pouvez nous contacter aux coordonnées suivantes :

tortuemarine@amphibia-nature.org

ou

<http://www.amphibia-nature.org/>

Les pêcheurs du Québec, du Labrador, du Nunavik et du Nunavut peuvent nous rejoindre en composant le numéro sans frais 1-877-UneLuth (1-877-863-5884).

Références

- ANONYME, 1916. Une tortue géante. *Le Naturaliste canadien*, 43: 50.
- BÉLAND, P., 1981. Tortue luth: des mers du sud à Blanc-Sablon. Québec Science, 20, (4): 47-48.
- BIDER, J.R. et S. MATTE, 1991. Atlas des amphibiens et des reptiles du Québec: version détaillée. Société d'Histoire Naturelle de la Vallée du Saint-Laurent, Sainte-Anne-de-Bellevue, Québec, et Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Québec, Québec, 429 p.
- BLEAKNEY, J.S., 1965. Reports of marine turtles from New England and eastern Canada. *Canadian Field-Naturalist*, 79: 120-128.
- BOSSÉ, L., 1994. Une gigantesque tortue marine dans un havre de la Gaspésie. *L'Euskarien*, 16, (2): 39-40.
- CHABOT, R. et A. ROSSIGNOL, 2003. Algues et faune du littoral du Saint-Laurent maritime: guide d'identification. Institut des sciences de la mer de Rimouski, Rimouski, Québec, et Pêches et Océans Canada, Mont-Joli, Québec, 113 p.
- COSEWAC, 2005. Espèces canadiennes en péril. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada. [http://www.cosewic.gc.ca/fra/sct0/rpt/rpt_ecep_f.cfm].
- CROTHER, B.I. (Editor), 2000. Scientific and standard English names of amphibians and reptiles of North America north of Mexico, with comments regarding confidence in our understanding. Society for the Study of Amphibians and Reptiles Herpetological Circular n° 29, 82 p.
- D'AMOURS, D., 1983. Une tortue-luth (*Dermochelys coriacea*) dans les eaux côtières du Québec. *Le Naturaliste canadien*, 110: 481.
- ECKERT, S.A., K.L. ECKERT, P. PONGANIS, and G.L. KOOYMAN, 1989. Diving and foraging behavior of leatherback sea turtles (*Dermochelys coriacea*). *Canadian Journal of Zoology*, 67: 2834-2840.
- FORTIN, C., M. OUELLET et P. GALOIS, 2004. Les amphibiens et les reptiles des îles de l'estuaire du Saint-Laurent: mieux connaître pour mieux conserver. *Le Naturaliste canadien*, 128, (1): 61-67.
- FRAIR, W., R.G. ACKMAN, and N. MROSOVSKY, 1972. Body temperature of *Dermochelys coriacea*: warm turtle from cold water. *Science*, 177: 791-793.
- FRAZIER, J., 2003. Prehistoric and ancient historic interactions between humans and marine turtles. In: Lutz, P.L., J.A. Musick, and J. Wyneken (Editors). *The biology of sea turtles*. Volume 2. CRC Press, Boca Raton, Florida, pp. 1-38.
- FRITTS, T.H., 1982. Plastic bags in the intestinal tracts of leatherback marine turtles. *Herpetological Review*, 13: 72-73.
- GALLOIS, P. and M. OUELLET, 2006. Health and disease in Canadian reptile populations. In: Seburn, C.N.L. and C.A. Bishop (Editors). *Ecology, conservation and status of reptiles in Canada*. Herpetological conservation, volume 2. Society for the Study of Amphibians and Reptiles, Saint Louis, Missouri, Sous presse.
- GIRONDOT, M. and J. FRETEY, 1996. Leatherback turtles, *Dermochelys coriacea*, nesting in French Guiana, 1978-1995. *Chelonian Conservation and Biology*, 2: 204-208.
- GOFF, G.P. and J. LIEN, 1988. Atlantic leatherback turtles, *Dermochelys coriacea*, in cold water off Newfoundland and Labrador. *Canadian Field-Naturalist*, 102: 1-5.
- GOFF, G.P., J. LIEN, G.B. STENSON, and J. FRETEY, 1994. The migration of a tagged leatherback turtle, *Dermochelys coriacea*, from French Guiana, South America, to Newfoundland, Canada, in 128 days. *Canadian Field-Naturalist*, 108: 72-73.
- GOUVERNEMENT DU QUÉBEC, 2005. Espèces fauniques menacées ou vulnérables au Québec. [http://www.fapaq.gouv.qc.ca/fr/etu_rec/esp_mena_vuln/liste.htm].
- GRANT, G.S., H. MALPASS, and J. BEASLEY, 1996. Correlation of leatherback turtle and jellyfish occurrence. *Herpetological Review*, 27: 123-125.
- JAMES, M.C., 2001. Update COSEWIC status report on the leatherback turtle *Dermochelys coriacea* in Canada. In: COSEWIC assessment and update status report on the leatherback turtle *Dermochelys coriacea* in Canada. Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada, Ottawa, Ontario, 25 p.
- JAMES, M.C. and T.B. HERMAN, 2001. Feeding of *Dermochelys coriacea* on medusae in the northwest Atlantic. *Chelonian Conservation and Biology*, 4: 202-205.
- JAMES, M.C. and N. MROSOVSKY, 2004. Body temperatures of leatherback turtles (*Dermochelys coriacea*) in temperate waters off Nova Scotia, Canada. *Canadian Journal of Zoology*, 82: 1302-1306.
- LAZELL, J.D., Jr., 1980. New England waters: critical habitat for marine turtles. *Copeia*, 1980: 290-295.
- LIEN, J., G. STENSON, and G. GOFF, 1989. Working with fishermen in the northwest Atlantic. *Marine Turtle Newsletter*, 45: 13-15.
- LUTCAVAGE, M.E., P. PLOTKIN, B. WITHERINGTON, and P.L. LUTZ, 1997. Human impacts on sea turtle survival. In: Lutz, P.L. and J.A. Musick (Editors). *The biology of sea turtles*. CRC Press, Boca Raton, Florida, pp. 387-409.
- MARTIN, K. and M.C. JAMES, 2005. Conserving sea turtles in Canada: successful community-based collaboration between fishers and scientists. *Chelonian Conservation and Biology*, 4: 899-907.
- MCALPINE, D.F., M.C. JAMES, J. LIEN, and S.A. ORCHARD, 2006. Status and conservation of marine turtles in Canadian waters. In: Seburn, C.N.L. and C.A. Bishop (Editors). *Ecology, conservation and status of reptiles in Canada*. Herpetological conservation, volume 2. Society for the Study of Amphibians and Reptiles, Saint Louis, Missouri, Sous presse.
- MCALPINE, D.F., S.A. ORCHARD, K.A. SENDALL, and R. PALM, 2004. Status of marine turtles in British Columbia waters: a reassessment. *Canadian Field-Naturalist*, 118: 72-76.
- MEYLAN, A.B. and D. EHRENFELD, 2000. Conservation of marine turtles. In: Klemens, M.W. (Editor). *Turtle conservation*. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C., pp. 96-125.
- MILLER, M.D., 1968. An additional observation of the leatherback turtle off Newfoundland. *Canadian Field-Naturalist*, 82: 226.
- MROSOVSKY, N., 1981. Plastic jellyfish. *Marine Turtle Newsletter*, 17: 5-7.
- PIERS, H., 1890. Notes on Nova Scotian zoology. *Proceedings and Transactions of the Nova Scotian Institute of Natural Science*, 7: 467-474.
- RONDELET, G., 1554. *Libri de piscibus marinis, in quibus veræ piscium effigies expressæ sunt*. Matthiam Bonhomme, Lugduni, 583 p.
- SHOOP, C.R., 1980. Inuit turtle song: leatherback turtles near Baffin Island? *Marine Turtle Newsletter*, 15: 5-6.
- SHOOP, C.R. and R.D. Kenney, 1992. Seasonal distributions and abundances of loggerhead and leatherback sea turtles in waters of the northeastern United States. *Herpetological Monographs*, 6: 43-67.
- SPOTILA, J.R., 2004. *Sea turtles: a complete guide to their biology, behavior, and conservation*. Johns Hopkins University Press, Baltimore, Maryland, 227 p.
- SQUIRES, H.J., 1954. Records of marine turtles in the Newfoundland area. *Copeia*, 1954: 68.
- STEELE, D.H., 1972. A leatherback turtle (*Dermochelys coriacea*) caught in Conception Bay. *Osprey*, 3: 44-46.
- THRELFALL, W., 1978. First record of the Atlantic leatherback turtle (*Dermochelys coriacea*) from Labrador. *Canadian Field-Naturalist*, 92: 287.

Étude de la prédation du caribou forestier dans un écosystème exploité: résultats préliminaires

Catherine Lambert, Réhaume Courtois, Laurier Breton, Rolland Lemieux, Vincent Brodeur, Jean-Pierre Ouellet, Daniel Fortin et Marius Poulin

Introduction

Le caribou forestier (*Rangifer tanrandus caribou*) est en difficulté sur l'ensemble de son aire de répartition (Bergerud, 1974; Mallory et Hillis, 1998; Courtois *et al.*, 2003). Au Canada, la quasi-totalité des populations est désignée menacée (COSEPAC, 2004), tandis que le Québec a reconnu cet écotype comme vulnérable en mars 2005 (Décret 75-2005). La harde de Charlevoix, qui a été réintroduite au début des années 1970 après avoir disparu durant les années 1920, ne fait pas exception. Cette population décline depuis 1992 (Sebbane *et al.*, 2003) et n'est actuellement constituée que de 70 à 75 individus. Malgré les présents efforts menés en collaboration pour redresser l'état de cette population (Lafleur *et al.*, 2003), si les conditions actuelles se maintiennent, tout indique que son déclin ne fera que s'accroître au cours des prochaines années.

Plusieurs hypothèses ont été émises pour expliquer les difficultés du caribou forestier. À l'origine, une forte diminution des effectifs semble avoir été causée par une exploitation humaine intensive, accentuée par la prédation de certaines hardes par le loup (*Canis lupus*) (Bergerud, 1974). La chasse étant dorénavant restreinte ou interdite pour la plupart des populations de caribous forestiers, la principale cause directe de mortalité semble la prédation. Cependant, les altérations d'habitat par la coupe ou les feux de forêt pourraient être la principale cause indirecte en favorisant la prédation. Dans la région de Charlevoix, le loup et l'ours noir (*Ursus americanus*) sont les principaux prédateurs du caribou, tandis qu'une exploitation forestière intense y persiste depuis 20 à 25 ans et deux feux de forêt importants y ont eu lieu durant les années 1990.

Bien que les prédateurs puissent contribuer significativement à abaisser les taux de survie des caribous et que la perte d'habitats soit critique pour ceux-ci, la complexité des interactions entre la prédation et les altérations d'habitat excède vraisemblablement l'impact individuel de chacun de ces facteurs. Par exemple, les corridors créés par les coupes forestières, les routes ou encore les lignes hydroélectriques peuvent faciliter le déplacement des loups et des ours noirs, qui deviennent ainsi des prédateurs plus efficaces (James et Stuart-Smith, 2000). Parallèlement, le rajeunissement des forêts contribuerait à améliorer la disponibilité des ressources alimentaires (fruits, plantes herbacées, insectes coléoptères, etc.), favorisant ainsi les populations d'ours noirs



Caribou forestier (*Rangifer tanrandus caribou*)

(Samson, 2001). L'orignal (*Alces alces*) profite également de ces changements de végétation grâce à un accroissement du brouillard disponible, ce qui peut créer une augmentation des populations de loups, puisque cette espèce se nourrit principalement d'orignaux, et conséquemment, hausser le taux de prédation du caribou (Holt et Lawton, 1994). Le castor, une autre proie importante du loup, serait aussi favorisé par les perturbations forestières. Finalement, non seulement les altérations d'habitats peuvent créer un manque de ressources (ex. couvert de fuite, lichens, etc.) pour les populations de caribous, elles peuvent également affecter les déplacements des animaux (Courtois, 2003) et influencer les taux de rencontre entre les prédateurs et le caribou, augmentant ainsi les risques de prédation.

Le statut préoccupant de la harde de Charlevoix a stimulé les principaux acteurs de gestion faunique à recher-

Catherine Lambert est stagiaire de la Société Provancher et au ministère des Ressources naturelles et de la Faune; Réhaume Courtois, Laurier Breton et Rolland Lemieux sont biologiste et techniciens de la faune au même ministère; Vincent Brodeur est étudiant de deuxième cycle à l'Université du Québec à Rimouski; Jean-Pierre Ouellet est professeur à la même institution, Daniel Fortin est professeur à l'Université Laval et Marius Poulin est chargé de projet au ministère des Transports.

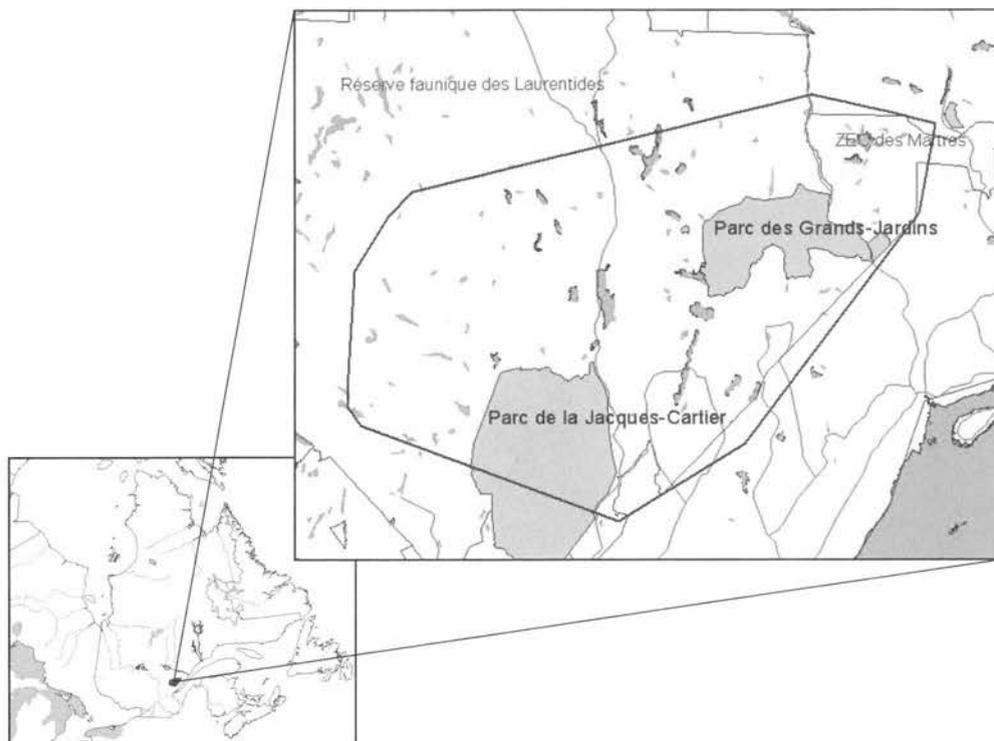


Figure 1. Localisation de l'aire d'étude dans le Québec méridional

cher des solutions pour assurer sa conservation, par exemple par l'élaboration de plans d'aménagement forestier et de gestion faunique (Sebbane *et al.*, 2003). Cependant, sous nos latitudes, la prédation peut jouer un rôle majeur dans le maintien à faible densité des populations d'herbivores. De plus, les altérations d'habitat pourraient influencer grandement les interactions entre les prédateurs et les proies. Ces effets sont très mal connus si bien que notre capacité d'orienter les plans d'aménagement demeure limitée. Nous avons donc entrepris, en 2004, un programme de recherche sur l'effet des altérations d'habitat sur la prédation du caribou de Charlevoix. Le présent article vise à communiquer les résultats préliminaires que nous avons obtenus après un an de travaux.

Aire d'étude

Notre étude se déroule dans l'ensemble de l'aire utilisée par le caribou de Charlevoix, soit une superficie d'environ 3 500 km² qui couvre en partie le parc des Grands-Jardins, la réserve faunique des Laurentides, le parc de la Jacques-Cartier, la zec des Martres, ainsi que les territoires adjacents (figure 1). Les peuplements résineux dominent la partie centrale du site, les milieux riches en lichens sont surtout concentrés dans le parc des Grands-Jardins, alors que les milieux ouverts et les peuplements mélangés dominent dans le reste du territoire.

À l'intérieur de l'aire d'étude, le caribou est protégé contre toute exploitation humaine et vit en association avec l'orignal, le loup et l'ours noir. Ces derniers sont exploités par la chasse dans le cas de l'orignal (du 7 septembre au 15 octobre) et de l'ours noir (15 mai au 30 juin). Cette dernière

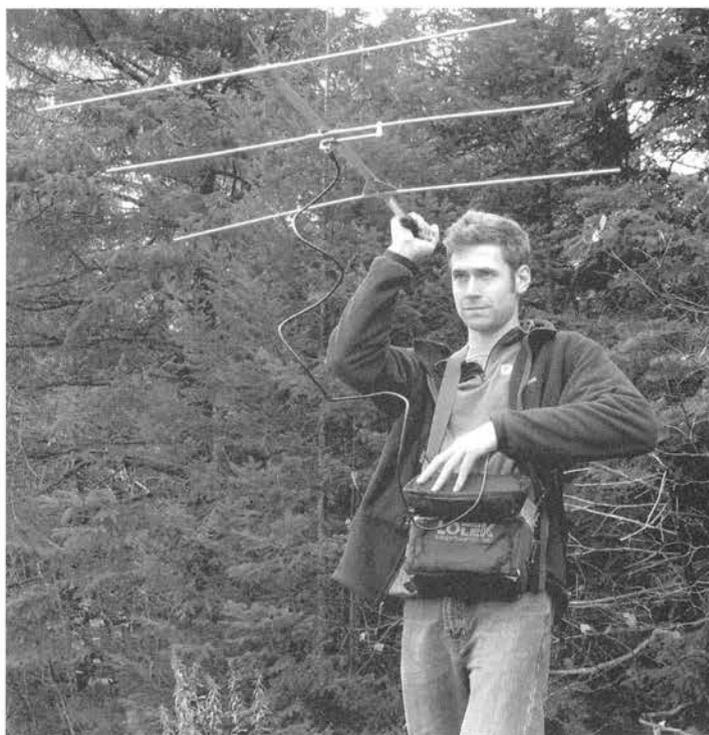
espèce de même que le loup sont également piégés comme animaux à fourrure, respectivement du 18 octobre au 15 décembre et du 25 octobre au 1^{er} mars. De plus, un piégeage printanier de l'ours noir est effectif depuis le 15 mai 2005. Les densités de caribous (3,3 caribous/100 km²) sont considérées moyennes pour le caribou forestier (Bergerud, 1996), tandis que l'orignal (2,2/10 km²; St-Onge *et al.*, 1995), le loup (0,52 à 0,74/100 km² en octobre; Jolicœur, 1998) et l'ours noir (2,2/10 km²; Jolicœur, 2004) sont relativement abondants.

Méthodologie

Capture et suivi télémétrique

Au printemps 2004, nous avons muni 17 caribous femelles de colliers GPS/Argos (Telonics TGW3680). Ces caribous s'ajoutent à neuf autres équipés de colliers VHF en 1999 et 2000. Les colliers

GPS ont été programmés pour fournir des localisations aux trois heures durant la dispersion et la mise bas (15 avril au 15 juin) et aux sept heures par la suite. Une partie des localisations nous est retransmise par les satellites Argos. Les



Suivi télémétrique VHF de l'ours noir



En hiver, les ours munis d'émetteurs sont visités dans leur tanière pour ajuster leur collier, changer la pile du collier et déterminer la productivité des femelles: a) entrée d'une tanière; b) ours mâle muni d'un collier GPS.

femelles ont été repérées aux trois jours entre la mi-mai et la fin de juin, par voie aérienne, afin de déterminer les causes de mortalité. Nous avons profité de ces repérages pour localiser et marquer des faons et identifier les causes de mortalité de ce segment de la population. Les faons ont été marqués avec une étiquette émettrice à l'oreille (Holohil, RI-2B, 15g) ou un collier émetteur (ATS, M2510, 160g avec collier). En dehors de cette période de grande vulnérabilité, les localisations aériennes ont été occasionnelles et ont permis de s'assurer du bon fonctionnement des colliers et de récupérer ceux des animaux morts.

Au début de l'été, nous avons capturé 21 ours noirs, dont 18 adultes (8 femelles et 10 mâles) ont été munis de colliers VHF. Nos efforts de piégeages ont été concentrés dans deux secteurs distincts, celui du lac Malbaie et celui du lac des Neiges, respectivement au centre-nord et au sud de l'aire d'étude. Une fois les individus marqués, notre objectif était de les localiser au moins une fois aux trois jours, par triangulation, à l'aide de repérages télémétriques faits en camion ou en VTT.

En août, nous avons muni de colliers VHF neuf loups appartenant à deux meutes différentes. Les efforts de piégeage ont été répartis sur l'ensemble de la partie centrale du territoire, avec une emphase dans le secteur du lac Malbaie, du sud du parc des Grands-Jardins, et du lac Potvin, au nord-ouest du parc. Les pièges ont été visités quotidiennement.

Recrutement, taux de survie et domaines vitaux

Pour toutes les espèces, les colliers étaient dotés d'une sonde (option mortalité) signalant toute période d'inactivité durant plus de quatre à six heures. La détection d'une mor-

talité était suivie d'une investigation rapide pour récupérer le collier émetteur et, dans la mesure du possible, identifier la cause de la mortalité grâce aux indices laissés sur la carcasse et dans son environnement immédiat. Les taux de survie pour chaque espèce étudiée sont exprimés selon la proportion de survivants depuis leur capture. Finalement, les localisations GPS et VHF ont permis de mesurer les déplacements des individus. Nous avons déterminé l'étendue des domaines vitaux en utilisant la technique du polygone minimal convexe avec 100 % des localisations.

Résultats préliminaires

Caribous femelles adultes

Entre la période de capture des caribous et le 26 janvier 2005, 2 921 localisations GPS nous ont été retournées par les satellites Argos. Des 26 femelles munies d'un collier émetteur (VHF ou GPS), cinq sont mortes, pour un taux de survie de 80,8 %. Une femelle est morte de prédation par le loup à l'été et une par chasse accidentelle à l'automne (23 septembre). Les causes de mortalités demeurent inconnues pour trois femelles mortes au printemps.

Les mouvements des caribous étaient pour la plupart orientés dans un axe sud-ouest – nord-est. Conformément à leur comportement habituel, les caribous se sont dispersés au printemps, dans les semaines qui ont précédé la mise bas. Ils sont demeurés majoritairement isolés les uns des autres durant l'été pour se regrouper à l'automne, durant le rut, et regagner graduellement leurs aires d'hivernage, principalement dans le parc de conservation des Grands-Jardins et la zec des Martres. L'aire d'occupation des caribous mesurait 4 697 km², ce qui est supérieur à l'aire de 3 127 km² délimitée lors d'une étude réalisée sur la même population entre 1998 et 2001 (Sebbane *et al.*, 2003).

La superficie des domaines vitaux a varié énormément entre les individus, allant de 5 km² pour la femelle GJ58, morte de prédation deux mois et demi après sa capture, jusqu'à 2 573 km² pour GJ66 (figure 2). En moyenne, la superficie du domaine vital des femelles suivies a été de 684 ± 164 km² (± erreur-type).

Faons caribous

Vingt-trois femelles ont pu être observées pendant la période de mise bas. Seize étaient accompagnées d'un faon durant cette période et une autre était suivie à l'hiver. D'après les suivis télémétriques d'été et d'hiver, trois femelles n'ont pas eu de faon alors que le statut reproducteur des trois autres femelles est inconnu. Ainsi, 85 % des femelles adultes (soit 17 sur 20) ont mis bas avec succès.

Les naissances ont eu lieu entre le 21 mai et le 3 juin. Les faons pesaient entre 2,5 et 10 kg à la capture. Treize faons répartis sur l'ensemble de l'aire d'étude ont été capturés et marqués. Selon les estimations basées sur les caractéristiques physiques et les comportements observés, les individus capturés avaient entre 24 heures et un peu plus de trois jours de vie lors des manipulations. Le plus petit faon (2,5 kg) a été suivi du haut des airs sans marquage. Il est mort le lendemain de sa détection manifestement parce qu'il était trop faible pour s'allaiter. Du reste, aucun abandon n'a suivi les séances de capture, et les femelles sont restées près de leur faon lors des manipulations.

Parmi les 13 faons marqués, sept sont morts dans les jours ou les semaines suivant la mise bas. D'après les indices observés aux sites de mortalité (fèces, pistes, empreintes de griffes, mode de disposition des restes, etc.), quatre des décès ont été attribués à l'ours noir, un au loup, qui a également abattu la femelle adulte, tandis que la cause de deux mortalités reste indéterminée. Le délai avant l'investigation des carcasses a fait en sorte qu'aucun indice précis ne permettait d'identifier la cause précise.

En incluant la mortalité néonatale, le taux de mortalité a été de 57 % (8 faons sur 14). Cinq mortalités ont eu lieu entre le 29 mai et le 10 juin, et l'âge des faons décédés a été estimé à 0, 4, 7, 13, 21 jours; 6, 7, 7 semaines.

Ours noir

Entre le 16 juin et le 9 juillet 2004, 21 individus différents (8 femelles, 13 mâles) ont été capturés (dont 8 femelles et 10 mâles munis d'un collier VHF). La masse moyenne des mâles capturés était de 90 kg, tandis que celle des femelles était de 52 kg. D'après l'examen des prémolaires et de l'état reproductif des individus, l'âge de ceux-ci variait entre 2,5 et environ 20 ans, et la médiane des âges était de six ans.

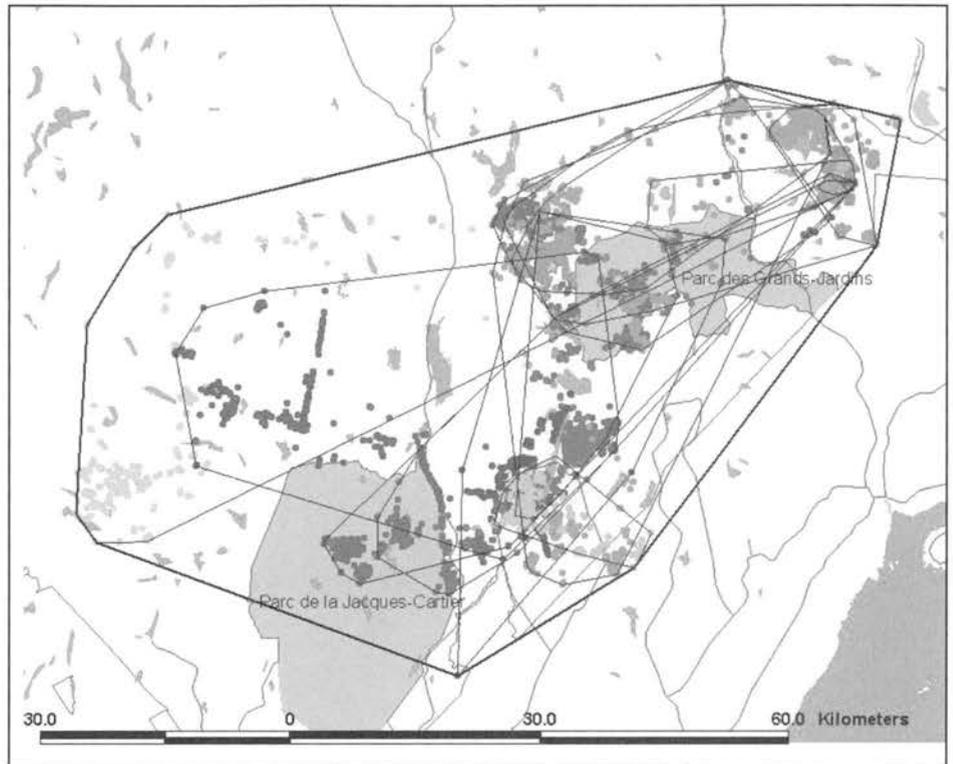


Figure 2. Localisations (points) et domaines vitaux (traits) des caribous de Charlevoix, d'avril 2004 à février 2005

Au total, 393 localisations ont été effectuées par télémétrie terrestre, tandis que des repérages aériens mensuels ont permis de retracer les individus ayant quitté le site d'étude. Chacune des femelles a été repérée en moyenne 30 ± 4 fois, tandis que les mâles n'ont été repérés que 15 ± 3 fois. Le domaine vital moyen des ours était de 194 ± 61 km² quoique les mâles avaient un territoire largement supérieur aux femelles (322 ± 92 km² contre 33 ± 9 km²) (figure 3). Ces domaines vitaux doivent être considérés comme minimaux, particulièrement dans le cas des mâles, compte tenu du faible nombre de repérages pour certains individus (entre 5 et 47 localisations par ours). Bien qu'aucune mortalité n'ait été rapportée jusqu'à maintenant, nous avons perdu la trace de trois ours mâles.



Ours noir muni d'un collier VHF

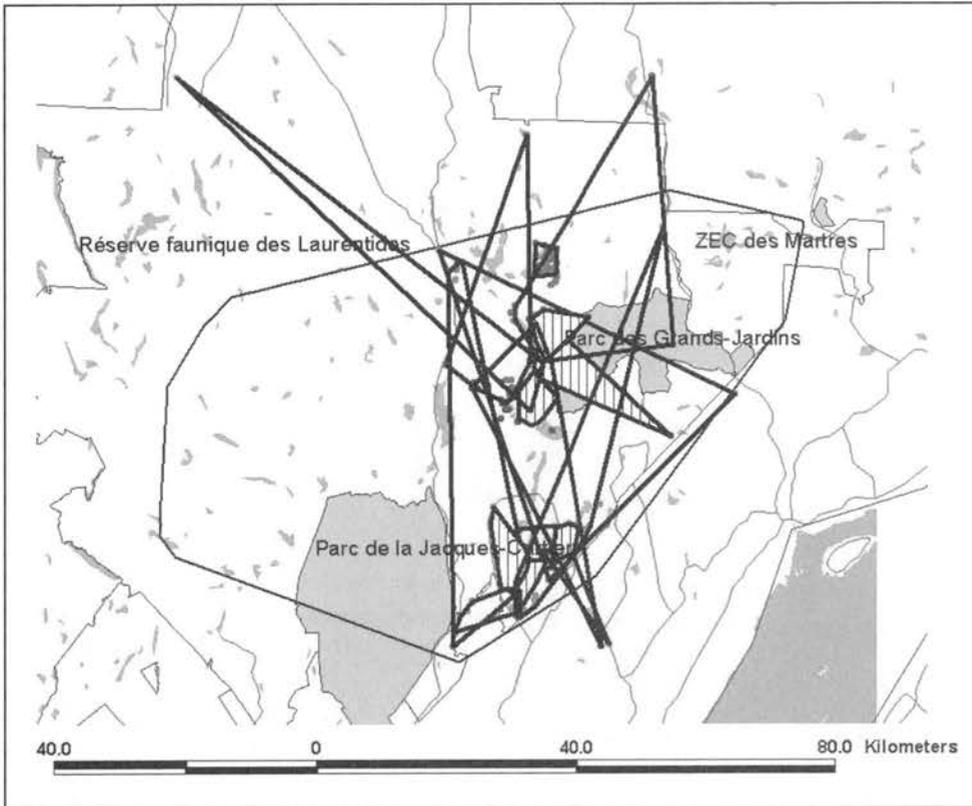


Figure 3. Localisations (points) et domaines vitaux (traits larges) des ours noirs mâles et femelles, respectivement représentés par des polygones vides et hachurés, selon les repérages effectués en 2004

Loup

Du 3 au 21 août 2004, 135 pièges ont été déployés dans plusieurs secteurs du site d'étude. Un effort de 1 066 nuits-pièges a été nécessaire pour capturer dix loups, dont neuf ont été munis d'un collier VHF. Deux meutes ont été identifiées : la meute du Potvin, dans laquelle deux loups ont été capturés, ainsi que la meute du Malbaie, dans laquelle sept colliers ont été posés. La majorité des loups capturés étaient en bas âge, avec six louveteaux et trois jeunes adultes. En moyenne, les adultes pesaient 34 ± 2 kg, et les louveteaux 16 ± 1 kg. Quatre repérages aériens ont été faits à ce jour (février 2005), pour un total de 40 localisations (figure 4).

Bien que les statistiques sur l'effort de piégeage des trappeurs ne soient pas disponibles, six des neuf loups marqués ont été piégés à ce jour, pour un taux de mortalité de 67 %. Les deux individus de la meute du Potvin (une femelle adulte et une femelle louveteau) ont été piégés, tandis que les quatre autres prises (deux louveteaux mâles et deux louveteaux femelles) appartenaient à la meute du Malbaie. De plus, un louveteau mâle du Malbaie marqué le 16 août n'a pas été repéré par la suite. En février 2005, il ne restait donc plus que deux loups adultes (un mâle et une femelle) du secteur Malbaie équipés de colliers émetteurs.

Discussion et orientations futures

Le rendement des colliers GPS/Argos des caribous a été très satisfaisant, ce qui a permis de suivre de très près les déplacements des caribous. Toutefois, notre connaissance des déplacements et des habitats des ours noirs et des loups a été limitée par la difficulté d'acquérir des localisations de qualité équivalente avec la télémétrie terrestre ou aérienne, dont les efforts et les coûts par donnée dépassent ceux des repérages satellitaires (Girard *et al.*, 2002).

Les hauts taux de mortalité enregistrés chez les caribous adultes, et particulièrement chez les faons, rappellent la nécessité de diminuer le plus possible les facteurs directs et indirects liés à ces mortalités. Dans une petite population comme celle de Charlevoix, la disparition de seulement quelques individus représente une perte importante pour la harde et constitue une menace pour sa conservation. Les causes de mortalité des adultes ne sont pas connues précisément à cause de repérages aériens trop peu fréquents, alors que l'ours noir semble la principale cause chez les faons. Par ailleurs, au moins

l'une des cinq mortalités d'adultes était d'origine anthropique, malgré la protection de l'espèce contre toute exploitation humaine. Il est probable qu'une meilleure conscientisation des habitants, chasseurs et promoteurs (coupe forestière, routes, etc.) de la région pourrait contribuer à minimiser ces



Loup immobilisé pour la pose d'un collier VHF

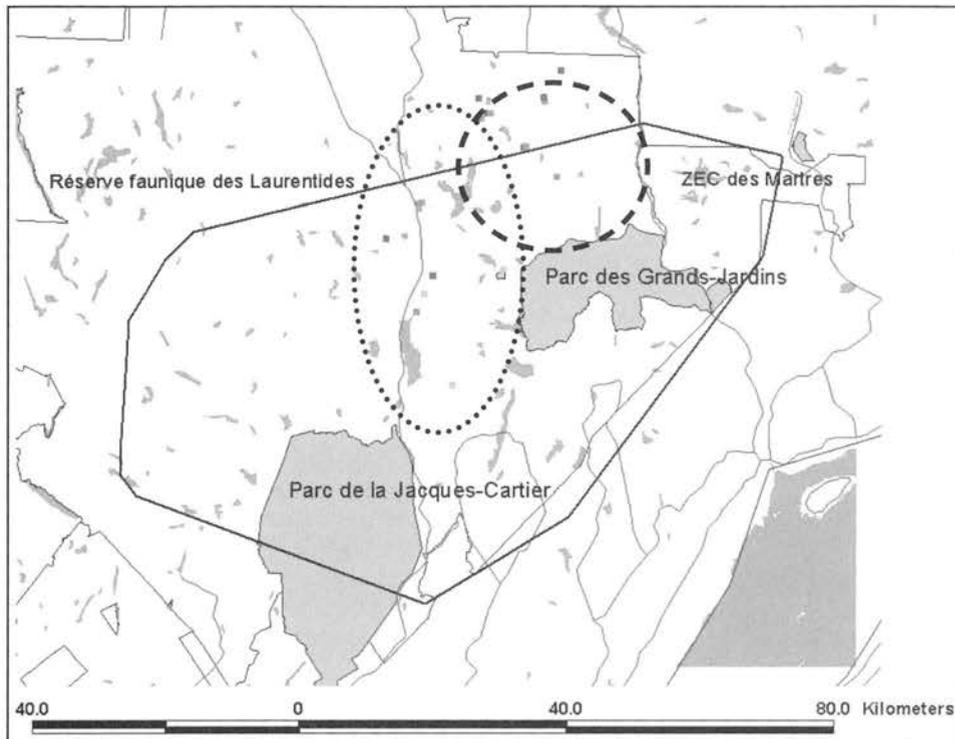


Figure 4. Localisations (points) de loups et territoires minimaux approximatifs des meutes du Malbaie (en pointillé) et du Potvin (en tiret), selon les données acquises en 2004

perles à l'avenir. En ce qui concerne la mortalité des adultes, Bergerud et Elliot (1986) et Seip (1992) avaient identifié le loup comme principale menace directe. Le sort des faons de notre site d'étude est similaire à ceux d'Alaska (Adams *et al.*, 1995), ainsi que de la plupart des populations d'Amérique du Nord (Ballard, 1994), qui sont principalement menacées par l'ours noir. Bien que la majorité des femelles de Charlevoix semblent se reproduire et mettre bas avec succès, leur taux de survie est relativement bas et cette population se distingue aussi par un taux de mortalité élevé chez les faons. Il s'agit donc d'une population très fragile.

Par ailleurs, bien que les loups puissent effectuer de la prédation sur les caribous, ils subissent néanmoins des pertes importantes lors de la saison de piégeage. Dans le cas de notre étude, la mortalité totale est probablement surestimée puisque ce sont surtout des jeunes individus, très vulnérables au piégeage, qui ont été marqués. La réduction des prédateurs permet généralement d'améliorer la survie et le rapport faon/femelle adulte chez les proies, mais la cessation de ces programmes est souvent suivie d'une augmentation des populations de loups à des niveaux similaires ou supérieurs à ceux qui ont été enregistrés auparavant (Boertje *et al.*, 1996). Il faudra s'assurer que le prélèvement permettra de maintenir à la fois le caribou et le loup à des densités assurant leur pérennité. De plus, une diminution importante du loup pourrait favoriser l'implantation du coyote, un autre prédateur du caribou. Il est donc primordial de continuer le suivi du loup dans l'aire d'étude et d'investir les efforts néces-

saires pour évaluer les taux de prédation ainsi que les probabilités de persistance de chaque espèce.

La situation des ours noirs semble la moins problématique, puisque nous n'avons enregistré aucune mortalité d'ours jusqu'à maintenant et que les succès de capture ont été relativement élevés pour cette espèce. Toutefois, bien que tous les ours semblent avoir survécu à la première saison de piégeage, les individus marqués n'ont pas encore subi la chasse printanière, après laquelle nous serons en mesure d'évaluer leur taux de survie annuel.

Les facteurs influençant la survie du caribou forestier de Charlevoix sont complexes et plusieurs paramètres doivent être considérés dans cet écosystème où le caribou est particulièrement vulnérable. La continuation de notre étude est nécessaire à l'acquisition de données suffisantes pour permettre une meilleure analyse de la situation. Le caribou forestier est reconnu pour sélectionner des habitats résineux matures lors de la majeure partie de son cycle vital (Courtois *et al.*,

2002). En plus d'utiliser ces milieux, la harde de Charlevoix fréquente également des milieux ouverts, particulièrement lors de la saison estivale. L'exploitation forestière ayant modifié radicalement le paysage lors des dernières années, on peut se demander si le caribou fréquente ces aires ouvertes par choix ou par défaut, et comment les modifications d'habitat influencent les interactions entre le caribou et ses prédateurs.

Dans cette perspective, nous comptons poursuivre notre projet en scrutant attentivement le partage de l'espace et des habitats entre le caribou et ses prédateurs, incluant l'orignal, une proie alternative, de même que l'influence de la coupe forestière et des activités humaines (routes, dérangement) sur le caribou. Plusieurs approches novatrices, en cours de développement, seront utilisées (Boyce *et al.*, 2003; Fortin *et al.*, 2003, 2005; Morales *et al.*, 2005). Ces méthodes, qui s'appuient sur des analyses de patrons de déplacement ainsi que sur des fonctions de sélection des ressources à plusieurs échelles, seront adaptées de manière à évaluer comment la distribution spatio-temporelle des prédateurs et des proies alternatives (l'orignal), de concert avec les caractéristiques des divers habitats, influencent l'utilisation de l'habitat par le caribou. Un tel modèle pourra, par la suite, être utilisé afin de tester les effets de différents scénarios de gestion forestière et de gestion du loup, de l'ours noir et de l'orignal sur le caribou forestier. Nous serons alors en mesure d'estimer la viabilité des populations de caribous selon différents scénarios d'aménagement forestier, de formuler des

recommandations pour faire une gestion appropriée de ses prédateurs et des proies alternatives, tout en respectant l'intégrité écologique du milieu.

Remerciements

L'élaboration et le déroulement de ce projet de recherche ont été possibles grâce au soutien du ministère des Ressources naturelles et de la Faune, du ministère des Transports, de l'Université du Québec à Rimouski et de l'Université Laval. La diffusion de ces résultats préliminaires s'est effectuée dans le cadre d'un stage au sein de la Société Provancher d'histoire naturelle du Canada, financé par le programme Horizon Sciences du gouvernement du Canada. Nous tenons particulièrement à remercier la participation très appréciée de Karine Lehoux, Mathieu McCann et Stéphanie Gagné lors de la collecte des données à l'été 2004. ◀

Références

ADAMS, L.G., F.J. SINGER, and B.W. DALE, 1995. Caribou calf mortality in Denali National Park, Alaska. *Journal of Wildlife Management*, 59: 584-594.

BALLARD, W., 1994. Effects of black bear predation on caribou—a review. *Alces*, 30: 25-35.

BERGERUD, A.T., 1974. Decline of caribou in North America following settlement. *Journal of Wildlife Management*, 38:757-770.

BERGERUD, A.T. and J.P. ELLIOT, 1986. Dynamics of caribou and wolves in Northern British Columbia. *Can. J. Zool.*, 64: 1515-1529.

BERGERUD, A.T., 1996. Evolving perspectives on caribou population dynamics. *Rangifer*, Special Issue, 9: 95-116.

BOERTJE, R.D., P. VALKENBURG, and M.E., MCNAY, 1996. Increases in moose, caribou, and wolves following wolf control in Alaska. *Journal of Wildlife Management*, 60: 474-489.

Boyce, M.S., J.S. MAO, E.H. MERRILL, D. FORTIN, M.G. TURNER, J.M. FRYXELL, and P. TURCHIN, 2003. Scale and heterogeneity in habitat selection by elk in Yellowstone National Park. *Écoscience*, 10: 321-332.

COSEPAC, 2004. Espèces canadiennes en péril, novembre 2004. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada.

COURTOIS, R., 2003. La conservation du caribou forestier dans un contexte de perte d'habitat et de fragmentation du milieu. Thèse de doctorat, Université du Québec à Rimouski. 350 p.

COURTOIS, R., C. DUSSAULT, A. GINGRAS, et G. LAMONTAGNE, 2003. Rapport sur la situation du caribou forestier au Québec. Page 43. Société de la faune et des parcs du Québec.

COURTOIS, R., J.-P. OUELLET, S. ST-ONGE, A. GINGRAS, et C. DUSSAULT, 2002. Préférences d'habitat chez le caribou forestier dans des paysages fragmentés. Page 46. Société de la faune et des parcs du Québec, Université du Québec à Rimouski.

FORTIN, D., H.L. BEYER, M.S. BOYCE, D.W. SMITH, T. DUCHESNE, and J.S. MAO, 2005. Wolves influence elk movements: behavior shapes a trophic cascade in Yellowstone National Park. *Ecology*, 86: 1320-1330.

FORTIN, D., J.M. FRYXELL, L. O'BRODICH, and D. FRANDBSEN, 2003. Foraging ecology of bison at the landscape and plant community levels: the applicability of energy maximization principles. *Oecologia*, 134: 219-227.

GIRARD, I., J.-P. OUELLET, R. COURTOIS, C. DUSSAULT, and L. BRETON, 2002. Effects of sampling effort based on GPS telemetry on home range size estimations. *J. Wildl. Manage.*, 66: 1290-1300.

HABER, G.C., 1996. Biological, conservation and ethical implications of exploiting and controlling wolves. *Conservation Biology*, 10:1068-1081.

HOLT, R.D. and J.H. LAWTON, 1994. The ecological consequences of shared natural enemies. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 25:494-520.

JAMES, A.R.C. and A.K. STUART-SMITH, 2000. Distribution of caribou and wolves in relation to linear corridors. *Journal of Wildlife Management*, 64:154-159.

JOLICŒUR, H., 1998. Le loup du massif du lac Jacques-Cartier. Ministère de l'Environnement et de la Faune. Direction de la faune et des habitats. 132 p.

JOLICŒUR, H., 2004. Estimation de la densité d'ours noirs dans différents types de végétation à l'aide de traceurs radioactifs, période 1984-1994. Ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs, Direction du développement de la faune. 44 p.

LAFLEUR, P.-E., R. COURTOIS, D. BANVILLE et A. SEBBANE, 2003. Proposition d'un plan d'aménagement forestier pour le territoire fréquenté par le caribou de Charlevoix. Direction de l'aménagement de la faune de la Capitale-Nationale et Direction de la recherche sur la faune. 17 p.

MALLORY, F.F. and T.L. HILLIS, 1998. Demographic characteristics of circumpolar caribou populations: ecotypes, ecological constraints, releases, and population dynamics. *Rangifer*, 49-60.

MORALES, J.M., D. FORTIN, J.L. FRAIR and E.H. MERRILL, 2005. Adaptive models for large herbivore movements in heterogeneous landscapes. *Landscape Ecology*, 20: 301-316.

SAMSON, C., 2001. Que savons-nous de l'ours noir dans la forêt boréale? *Le Naturaliste canadien*, 125 (3): 74-80.

SEBBANE, A., R. COURTOIS, S. ST-ONGE, L. BRETON et P.-É. LAFLEUR, 2003. Trente ans après sa réintroduction, quel est l'avenir du caribou de Charlevoix? *Le Naturaliste canadien*, 127 (1): 55-62.

SEIP, D.R., 1992. Factors limiting woodland caribou populations and their interrelationships with wolves and moose in southeastern British Columbia. *Canadian Journal of Zoology*, 70:1494-1503.

ST-ONGE, S., R. COURTOIS et D. BANVILLE (éd.), 1995. Inventaires aériens de l'orignal dans les réserves fauniques du Québec. Ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction de la faune et des habitats. 109 p.



environnement

GENIVAR, un partenaire dans la protection et la mise en valeur des ressources, un patrimoine collectif.



www.genivar.com

QUÉBEC (418) 623-2254 MONTRÉAL (418) 340-0046 GATINEAU (819) 243-2827 BAS-SAINT-LAURENT (418) 862-6636 BAIE-COMEAU (418) 696-8911

Disparition de la population d'ours noirs de l'île d'Anticosti : le cerf de Virginie serait-il coupable ?

Steeve D. Côté et Sonia de Bellefeuille

Introduction

Les espèces animales introduites et envahissantes peuvent avoir des impacts négatifs considérables sur la faune et la flore indigènes (Diamond et Case, 1986; Williamson, 1996; Mack et D'Antonio, 1998). La colonisation d'un milieu par des espèces introduites ou envahissantes engendre généralement un accroissement de la compétition pour les ressources, ce qui peut affecter la reproduction et accroître le taux de mortalité des individus des espèces présentes. À mesure que le nombre de compétiteurs augmente, les ressources alimentaires s'épuisent et les individus les moins compétitifs sont susceptibles de mourir (Sinclair, 1989).

Il arrive fréquemment que les espèces exotiques ou indigènes introduites éliminent ou réduisent grandement l'abondance des espèces indigènes, particulièrement lorsque les introductions sont réalisées dans des milieux isolés comme des îles (Williamson, 1996; Drake *et al.*, 2002). En guise d'exemple, l'écureuil gris (*Sciurus carolinensis*), introduit sur l'ensemble de la Grande-Bretagne et le nord de l'Italie, est en train d'éliminer par compétition l'écureuil roux (*S. vulgaris*), une espèce indigène (Gurnell et Pepper, 1993). Un autre cas est rapporté aux États-Unis, où la diversité des espèces de fourmis a diminué de 70 % dans les régions envahies par la fourmi rouge (*Solenopsis invicta*) (Porter et Savignano, 1990). Enfin, l'introduction du crapet arlequin (*Lepomis macrochirus*) aurait causé la disparition d'une espèce indigène de perche (*Archoplites interruptus*, Sacramento perch) dans la majeure partie de son aire de distribution en Californie (Marchetti, 1999). Les cas rapportés d'un grand mammifère provoquant la disparition d'un autre grand mammifère demeurent cependant rares. Ici, nous présentons le cas de la population d'ours noirs (*Ursus americanus*) de l'île d'Anticosti (Québec, Canada) qui aurait été fort probablement anéantie par les cerfs de Virginie introduits, et ce, en l'espace d'environ 50 à 70 ans (Côté, 2005).

La population d'ours noirs de l'île d'Anticosti

L'ours noir est présent dans l'ensemble de la forêt boréale de l'Amérique du Nord (Pelton, 2003) et l'était anciennement sur l'île d'Anticosti (49,5° N, 63° O), une grande île de 7 943 km², située à environ 35 km de la côte nord du golfe du Saint-Laurent. À l'origine, l'ours noir et la



Ours aperçu à l'île d'Anticosti en juin 1996. Notez la faible condition physique de l'animal.

souris sylvestre (*Peromyscus maniculatus*) étaient les seuls mammifères indigènes qui se nourrissaient de végétation sur cette île (Newsom, 1937). Le climat d'Anticosti est de type sub-boréal et la végétation qu'on y trouve est caractéristique de la forêt boréale, soit dominée par le sapin baumier (*Abies balsamea* L. Mill.), l'épinette blanche (*Picea glauca* [Moench] Voss) et l'épinette noire (*P. mariana* [Mill.] Britton, Sterns, Poggenburg). Même si aucun estimé historique précis de la population d'ours noirs n'est disponible, des informations qui datent d'aussi loin que 1542 relatent que celui-ci a déjà été abondant et largement distribué sur l'île (Crespel, 1797; Roche, 1865). Jusqu'à la fin des années 1800, Anticosti constituait d'ailleurs un site de chasse à l'ours important pour les autochtones et les premiers Européens (Cameron, 1958; MacKay, 1979). Crespel (1797) cite Thomas Right qui a passé un hiver sur l'île et rapporte que les ours étaient « extrêmement nombreux : 53 ont été tués en six semaines et plusieurs autres ont été vus ». Toutefois, pendant la première moitié du XX^e siècle, le nombre d'ours noir a connu une baisse fulgurante et ceux-ci sont devenus rares sur l'île à partir de 1950

Steeve D. Côté est professeur agrégé au département de biologie de l'Université Laval et chercheur régulier du Centre d'études nordiques. Sonia de Bellefeuille est professionnelle de recherche à la Chaire de recherche industrielle CRSNG-Produits forestiers Anticosti de l'Université Laval.



PHOTOGRAPHIE RÉCENSU

Dernier ours abattu à l'île d'Anticosti en septembre 1979

(Cameron, 1958). Le tableau 1 présente les mentions d'ours noirs rapportées sur l'île d'Anticosti depuis 1974.

Alimentation de l'ours noir

Les ours n'ont pas la capacité d'accumuler des réserves corporelles en se nourrissant uniquement de feuillage parce que, contrairement aux herbivores qui possèdent un estomac à plusieurs compartiments, ils ne possèdent qu'un estomac simple, mal adapté pour digérer efficacement les fibres (Welch *et al.*, 1997). En conséquence, ils doivent consommer de grandes quantités de nourriture pour compenser pour la faible efficacité de leur système digestif. Dans les écosystèmes boréaux, les ours noirs dépendent principalement de l'ingestion de petits fruits à la fin de l'été et à l'automne afin d'accumuler suffisamment de réserves corporelles pour pouvoir hiberner et allaiter les oursons qui naissent pendant l'hiver (Hatler, 1972; Rogers, 1987; Welch *et al.*, 1997).

Impacts du cerf de Virginie

Environ 220 cerfs de Virginie ont été introduits sur l'île d'Anticosti en 1896 par Henri Menier, un riche commerçant français qui venait d'acquérir l'île. En l'absence de prédateurs, leur nombre a rapidement augmenté à plus de 50 000 individus vers 1934 (Pichette *et al.*, 1972; MacKay, 1979). Des inventaires aériens conduits sur l'île depuis la fin des années 1960 ont fourni des estimés réguliers de populations qui ont varié entre 60 000 et 120 000 cerfs (Rochette *et al.*, 2003). Dans la seconde moitié du XIX^e siècle, on rapportait que plusieurs variétés de baies étaient présentes et abondantes sur l'île (Cary, 1842; Calnek cité dans Stevenson, 1874; Documents Joseph Bureau, 1905). En 1853, Roche (1865 : 27) écrivait, « les ours sur l'île sont plutôt inoffensifs et ils se nourrissent des riches baies et fruits sauvages, tels que les gadelles et les groseilles, qui abondent partout en été et en automne... ». Lorsque la population de cerfs a atteint une forte densité, le broutement a toutefois commencé à affecter la végétation et a graduellement fait disparaître ou diminuer fortement l'abondance de toutes les essences d'arbustes feuillus sur l'île (Côté *et al.*, 2005).

Pendant les étés de 2001 et 2002, des inventaires de végétation ont été réalisés dans la partie ouest de l'île dans 420 placettes-échantillons de 10 m², réparties dans 14 peuplements forestiers. Au cours de ces inventaires, nous n'avons pas trouvé la moindre tige de sorbier d'Amérique (*Sorbus americana* Marsh), d'amélanchier (*Amelanchier sp.*), de dièreville chèvrefeuille (*Diervilla lonicera* P. Mill.), de cerisier (*Prunus sp.*) ou de viorne (*Viburnum spp.*), des espèces généralement communes en forêt boréale. Lors d'un inventaire réalisé en 1975-1978 dans les mêmes peuplements, cette fois dans 380 placettes-échantillons de 2,25 m², 35 tiges des mêmes essences d'arbustes feuillus avaient été trouvées (Tremblay *et al.*, 2005). Ces résultats montrent que l'abondance des arbustes était déjà très faible dans les années 1970

Tableau 1. Mentions d'ours noirs à l'île d'Anticosti depuis 1974

Date	Localisation approximative	Sexe	Âge	Détails de l'observation
18-08-74	Camp Vauréal	M	Ad.	Individu abattu à la chasse
21-08-74	Camp Rivière-aux-Saumons	M	Ad.	Individu abattu à la chasse
1978	Embouchure Rivière-de-Brick	–	–	Individu mort (cause inconnue)
09-79	Camp Vauréal	–	Ad.	Individu abattu près d'une penderie de cerfs (photo 1)
06-86	Camp Castor	–	–	Individu observé sur la route
Été 89	Lac Martin	–	–	Piste observée dans le sable
05-96	Route Trans-Anticostienne (km 86)	–	Ad.	Individu observé sur le bord de la route
18-06-96	Route Trans-Anticostienne (Lac Orignal)	–	–	Individu observé sur le bord de la route (photo 2)
23-06-96	Route Trans-Anticostienne (km 90)	–	Ad.	Individu observé sur la route
13-10-98	Lac Whitehead	–	–	Individu observé dans une coupe forestière

Source : Centre de données sur le patrimoine naturel du Québec (2004)



Cerf de Virginie de l'île d'Anticosti

et qu'elle a continué de décroître dans les 25 dernières années. Le cerf préfère généralement se nourrir d'essences feuillues plutôt que résineuses pendant l'hiver (Dumont *et al.*, 1998) et son broutement a donc d'abord affecté les arbustes feuillus. Par la suite, des impacts négatifs ont aussi été détectés sur le brout résineux, surtout le sapin baumier, qui constitue maintenant la nourriture hivernale principale du cerf sur Anticosti et dont l'abondance diminue rapidement (Potvin *et al.*, 2003). Dans des exclos expérimentaux construits sur l'île où la végétation est protégée du broutement par le cerf, les arbustes feuillus se régénèrent cependant très bien (Côté *et al.*, 2005).

Disponibilité de la nourriture pour l'ours

Les ours qui consomment des baies pour se constituer des réserves d'énergie sont limités par leur taux de prise alimentaire (Welch *et al.*, 1997). En captivité, des ours nourris de baies *ad libitum* pendant l'automne ont montré un taux de prise alimentaire quotidien impressionnant équivalant à environ 35 % de leur masse corporelle (Welch *et al.*, 1997). Selon une autre étude, les ours noirs de l'Alberta gagnent du poids lorsque la densité de bleuets (*Vaccinium myrtilloides* Michx.) est en moyenne de 423 baies/m² mais perdent de leur masse corporelle quand la densité annuelle de bleuets avoisine 66 baies/m² (Pelchat et Ruff, 1986).

Les fruits sauvages sont actuellement extrêmement rares sur l'île d'Anticosti, même si des observations historiques les décrivaient comme très abondants avant l'introduction du cerf (Cary 1842; Roche 1865). À la fin d'août 2004, des inventaires ont été réalisés pour estimer la densité des arbustes producteurs de petits fruits les plus communs dans la forêt boréale d'Anticosti (i.e., le framboisier (*Rubus idaeus* L.), la ronce pubescente (*Rubus pubescens* Raf.), les

gadelliers (*Ribes* spp.), les bleuets (*Vaccinium* spp.) et le cornouillier du Canada (*Cornus canadensis* L.). Le nombre de petits fruits a été inventorié dans 27 à 30 placettes-échantillons de 4 m² établies sur des virées permanentes dans cinq zones forestières de 20 km² ($n = 141$ placettes-échantillons). La densité moyenne de petits fruits pour toutes les espèces confondues était de seulement 0,28 fruit/m². Le cornouillier du Canada était l'espèce la plus commune et elle produisait 86 % des petits fruits disponibles. La plupart des arbustes, particulièrement ceux du genre *Rubus*, sont broutés dès l'année où ils s'établissent et n'ont donc pas la possibilité de croître suffisamment pour produire des fruits (Potvin *et al.*, 2003; Côté *et al.*, 2005). La densité de petits fruits actuellement disponibles sur l'île d'Anticosti est donc 235 fois plus faible que le seuil minimal de 66 baies/m² nécessaire pour que les ours noirs maintiennent leur masse corporelle (Pelchat et Ruff, 1986). Ainsi, la forêt d'Anticosti n'est plus capable de soutenir une population d'ours et la réintroduction de cette espèce ne peut même pas être envisagée.

Autres hypothèses

D'autres hypothèses pourraient être proposées pour expliquer la disparition de l'ours noir sur l'île d'Anticosti, mais elles semblent toutes moins corrélées au déclin de cette espèce que celle de la réduction des petits fruits. Les ours ont été chassés sur l'île au début des années 1900 lorsque Menier en était propriétaire (MacKay, 1979), mais les taux de récolte et le nombre approximatif d'ours tués ne sont cependant pas disponibles. L'accès à Anticosti et à sa population d'ours noirs était toutefois restreint et il n'existait qu'environ 15 km de routes forestières à cette époque. De plus, seulement quelques centaines de personnes habitaient Anticosti; l'impact de la chasse sur la population d'ours a donc probablement été faible à l'échelle de l'île et limité aux environs de Port-Menier, l'unique village. De la même manière, il n'y a aucune indication selon laquelle le déclin des ours noirs pourrait avoir été associé à une maladie ou à des variations du climat. Aucune maladie mortelle affectant l'ours noir n'a jamais été identifiée au Québec (H. Jolicœur, comm. pers.). De plus, même si les variations climatiques annuelles peuvent influencer l'abondance des petits fruits et, par conséquent, la masse corporelle, la reproduction et la survie des ours noirs (Jonkel et Cowan, 1971; Rogers, 1976; Pelchat et Ruff, 1986), il n'y a aucune indication à l'effet que des variations climatiques puissent mener une population d'ours noir à l'extinction. Enfin, des coupes forestières ont commencé à être réalisées à petite échelle sur Anticosti aux environs de 1908, mais la récolte a affecté moins de 5 % de la superficie de l'île avant le déclin des ours (Mackay, 1979). De toutes façons, les coupes forestières de faibles dimensions ont normalement des effets positifs sur l'ours car elles augmentent la production de petits fruits (Rogers, 1976).

Pendant la période du déclin de l'ours, les faons de cerfs de Virginie étaient probablement très nombreux au printemps et au début de l'été sur Anticosti. L'ours noir peut se nourrir à l'occasion de faons de cervidés, mais la prédation sur les jeunes est généralement limitée aux premier et second mois de la vie du faon (Franzmann *et al.*, 1980; Kunkel et Mech, 1994; Vreeland *et al.*, 2004). Même si l'abondance des cerfs a probablement contribué à la diète des ours au printemps et ralenti leur déclin, la plupart des faons devaient devenir des proies difficiles à capturer à l'automne (Kunkel et Mech, 1994). Les faons n'étaient donc pas une source de nourriture très disponible lorsque les ours étaient en hyperphagie, c'est-à-dire lorsqu'ils devaient ingurgiter une quantité d'aliments disproportionnée à leurs besoins afin d'accumuler des réserves corporelles pour survivre à l'hiver. De plus, à cause de son caractère boréal, la forêt d'Anticosti n'a pas d'arbres producteurs de noix, une autre ressource très utilisée par les ours à l'automne dans les forêts plus tempérées de l'Amérique du Nord (Côté *et al.*, 2005; Rogers, 1976). Enfin, le saumon atlantique (*Salmo salar*) était présent sur l'île mais probablement pas en quantité suffisante pour soutenir la population d'ours (Carter, 1968) et leur abondance avait déjà commencé à diminuer à partir des années 1930 (Belding et Préfontaine, 1938).



Femelle cerf de Virginie et son faon à l'île d'Anticosti

Conclusion

Nous suggérons que la quasi-disparition des arbustes producteurs de petits fruits à la suite d'un broutement intensif par le cerf de Virginie sur l'île d'Anticosti a résulté en l'élimination d'une source de nourriture importante pour l'ours noir au début de l'automne. Bien que d'autres hypothèses ne peuvent être complètement écartées, l'élimination

presque totale de la strate arbustive semble être l'explication la plus plausible au déclin de l'ours noir parce qu'aucune autre nourriture n'était présente en quantité suffisante à l'automne pour permettre aux ours d'accumuler des réserves corporelles pour l'hiver.

Plusieurs exemples d'impacts négatifs sévères causés par des espèces introduites ou envahissantes ont été rapportés dans la littérature (Mack et D'Antonio, 1998; Vásquez et Simberloff, 2003). Dans les écosystèmes terrestres, les impacts écologiques des populations surabondantes de cervidés, introduites ou indigènes, peuvent être particulièrement sévères (Côté *et al.*, 2004). Même s'il est basé sur des corrélations, le contenu de cet article est cependant, à notre connaissance, la seule documentation rapportant ce qui semble être l'extirpation indirecte d'un grand carnivore abondant par un herbivore introduit.

En s'alimentant sélectivement, le cerf affecte la croissance et la survie de plusieurs espèces d'herbacées, d'arbustes et d'arbres et modifie ainsi l'abondance relative et la dynamique des espèces végétales. Le cerf influence aussi d'autres espèces animales en compétitionnant directement pour les ressources avec d'autres herbivores et omnivores et en modifiant indirectement la composition et la structure physique de l'habitat des invertébrés et vertébrés (Van Wieren, 1998; Fuller et Gill, 2001; Côté *et al.*, 2004). En modifiant l'abondance des espèces et leur diversité, les populations de cervidés à haute densité peuvent aussi modifier les interactions trophiques entre les espèces (Ostfeld *et al.*, 1996; McShea et Rappole, 2000). Les effets sur les interactions dans la chaîne alimentaire peuvent être particulièrement importants dans les écosystèmes où plusieurs espèces de grands herbivores et omnivores cohabitent.

Compte tenu de l'influence qu'elles peuvent avoir sur d'autres organismes et sur les processus naturels, les scientifiques et les conservationnistes devraient participer activement aux efforts faits pour comprendre, faire le suivi et réduire les impacts sur les écosystèmes des espèces abondantes ou introduites. Par exemple, dans les régions où les densités des populations de cervidés indigènes ou introduites sont élevées et les prédateurs absents ou rares, des actions devraient être entreprises pour limiter les impacts des cervidés (Côté *et al.*, 2004).

Remerciements

Nous tenons à remercier J. Berger, C. Dussault, D. Duteau, J. Goodrich, M. Houle, J. Huot, L. Jobin, H. Jolicœur, G. Lamontagne, A. Massé, M.-C. Richer, A. Simard, I. Thibault, J.-P. Tremblay, et plusieurs autres pour leur apport à cet article. Les travaux de Steeve Côté sur l'île d'Anticosti sont réalisés grâce au soutien du Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada, de Produits forestiers Anticosti inc., du Fonds québécois de la recherche sur la nature et les technologies, de l'Université Laval, du Centre d'études nordiques et du ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec. ◀

Références

- BELDING, D.L. et G. PRÉFONTAINE, 1938. Études sur le saumon de l'Atlantique. 1. Organisation et résultats généraux des recherches dans le golfe Saint-Laurent en 1937. Contributions de l'Institut de Zoologie de l'Université de Montréal. N° 2, Montréal, Québec, Canada.
- CAMERON, A.W., 1958. Mammals of the islands in the Gulf of St. Lawrence. National Museum of Canada, Department of Northern Affairs and National Resources, Ottawa, Ontario, Canada, 165 p.
- CARTER, W.M., 1968. Le saumon de l'Atlantique au Québec - rapport sur le saumon et plan directeur pour l'aménagement de cette ressource. Ministère du Tourisme, de la Chasse et de la Pêche, Québec, Québec, Canada, 236 p.
- CARY, T. (ed.), 1842. Island of Anticosti: Description of, and interesting particulars in relation thereto. Bibliothèque du Séminaire de Québec, Québec, Canada, 22 p.
- Côté, S.D., 2005. A large black bear population extirpated by introduced white-tailed deer. *Conserv. Biol.*, 19 : 1668-1671.
- CÔTÉ, S.D., T.P. ROONEY, J.-P. TREMBLAY, C. DUSSAULT and D.M. WALLER, 2004. Ecological impacts of deer overabundance. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.*, 35 : 113-147.
- CÔTÉ, S.D., C. DUSSAULT, J. HUOT, F. POTVIN, J.-P. TREMBLAY and V. VIERA, 2005. High herbivore density and boreal forest ecology: introduced white-tailed deer on Anticosti Island. In A.J. Gaston, T.E. Golumbia, J.-L. Martin, and S.T. Sharpe, editors. *Lessons from the islands: introduced species and what they tell us about how ecosystems work*. Proceedings from the Research Group on Introduced Species Conference, Queen Charlotte City, British Columbia, Canada. Canadian Wildlife Service, sous presse.
- CRESPEL, E., 1797. Travels in North America with a narrative of his shipwreck on the Island of Anticosti, etc. Sampson Low, London.
- DIAMOND, J. and T.J. CASE, 1986. Overview: Introductions, extinctions, exterminations, and invasions. In J. Diamond and T.J. Case, editors. *Community Ecology*. Harper & Row, New York, pp. 65-79.
- DOCUMENTS JOSEPH BUREAU, 1905. Archives nationales du Québec, Fonds Luc Jobin.
- DRAKE, D.R., C.P.H. MULDER, D.R. TOWNS and C.H. DAUGHERTY, 2002. The biology of insularity: an introduction. *J. Biogeogr.*, 29 : 563-569.
- DUMONT, A., J.-P. OUELLET, M. CRÉTE et J. HUOT, 1998. Caractéristiques des peuplements forestiers recherchés par le cerf de Virginie en hiver à la limite nord de son aire de répartition. *Can. J. Zool.*, 76 : 1024-1036.
- FRANZMANN, A.W., C.C. SCHWARTZ and R.O. PETERSON, 1980. Moose calf mortality in summer on the Kenai peninsula, Alaska. *J. Wildl. Manage.*, 44 : 764-768.
- FULLER, R.J. and R.M.A. GILL, 2001. Ecological impacts of increasing numbers of deer in British woodland. *Forestry*, 74 : 193-199.
- GURNELL, J. and H. PEPPER, 1993. A critical look at conserving the British Red Squirrel *Sciurus vulgaris*. *Mamm. Rev.* 23 : 127-137.
- HATLER, D.F., 1972. Food habits of black bears in interior Alaska. *Can. Field-Nat.*, 86 : 17-31.
- HOBBS, N.T., 1996. Modification of ecosystems by ungulates. *J. Wildl. Manage.*, 60 : 695-713.
- JONKEL, C.J. and I.M.C.T. COWAN, 1971. The black bear in the spruce-fir forest. *Wildl. Monogr.*, 27 : 1-57.
- KUNKEL, K.E. and L.D. MECH, 1994. Wolf and bear predation on white-tailed deer fawns in northeastern Minnesota. *Can. J. Zool.*, 72 : 1557-1565.
- MACK, M.C. and C.M. D'ANTONIO, 1998. Impacts of biological invasions on disturbance regimes. *Trends Ecol. Evol.*, 13 : 193-198.
- MACKAY, W.D., 1979. Anticosti: the untamed island. McGraw-Hill, New York, 160 p.
- MARCHETTI, M.P., 1999. An experimental study of competition between the native Sacramento perch (*Archoplites interruptus*) and introduced bluegill (*Lepomis macrochirus*). *Biological Invasions*, 1 : 55-65.
- MCSHEA, W. J. and J.H. RAPPOLE, 2000. Managing the abundance and diversity of breeding bird populations through manipulation of deer populations. *Conserv. Biol.*, 14 : 1161-1170.
- NEWSOM, W.M., 1937. Mammals on Anticosti Island. *J. Mamm.* 18 : 435-442.
- OTSFELD, R.S., C.G. JONES and J.O. WOLFF, 1996. Of mice and mast: Ecological connections in eastern deciduous forests. *Bioscience*, 46 : 323-330.
- PELCHAT, B.O. and R.L. RUFF, 1986. Habitat and spatial relationships of black bears in the boreal mixedwood forest of Alberta. *International Conference on Bear Research and Management*, 6 : 81-92.
- PELTON, M.R., 2003. Black bear. In G.A. Feldhamer, B.C. Thompson, and J.A. Chapman, editors. *Wild mammals of North America: Biology, Management & Conservation*. The John Hopkins University Press, Baltimore, pp. 547-555.
- PICHETTE, C., J. HUOT et J.-M. BRASSARD, 1972. Inventaire aérien de l'île d'Anticosti. Ministère du Tourisme, de la Chasse et de la Pêche, Service de la faune, Québec, Québec, Canada, 10 p.
- PORTER, S.D. and D.A. SAVIGNANO, 1990. Invasion of polygynous fire ants decimates native ants and disrupts arthropod community. *Ecology*, 71 : 2095-2106.
- POTVIN, F., P. BEAUPRÉ et G. LAPRISE, 2003. The eradication of balsam fir stands by white-tailed deer on Anticosti island, Québec: a 150 year process. *Ecoscience*, 10 : 487-495.
- ROCHE, A.R., 1865. Island of Anticosti: scientific reports. Bibliothèque du Séminaire de Québec, Québec, Canada, 92 p.
- ROCHETTE, B., A. GINGRAS et F. POTVIN, 2003. Inventaire aérien du cerf de Virginie de l'île d'Anticosti-Été 2001. Société de la faune et des parcs du Québec, Sept-Îles, Québec, Canada, 25 p.
- ROGERS, L., 1976. Effects of mast and berry crop failures on survival, growth, and reproductive success of black bears. *Trans. N. Am. Wildl. and Nat. Resour. Conf.*, 41 : 431-438.
- ROGERS, L., 1987. Effects of food supply and kinship on social behavior, movements, and population growth of black bears in northeastern Minnesota. *Wildl. Monogr.*, 97 : 1-72.
- SINCLAIR, A.R.E., 1989. Population regulation in animals. In J. M. Cherrett, editor. *Understanding of the natural world*. Blackwell Scientific Publications, Oxford, United Kingdom, pp. 197-241.
- STEVENSON, A.A. (editor), 1874. Letters, etc., on the resources of the Island of Anticosti issued in connection with the abridged prospectus of the Anticosti Association. Anticosti Company, Montréal, Québec, Canada, 18 p.
- TREMBLAY, J.-P., I. THIBAUT, C. DUSSAULT, J. HUOT, and S.D. CÔTÉ, 2005. Long-term decline in white-tailed deer browse supply: can lichens and litterfall act as alternate food sources that preclude density-dependent feedbacks? *Can. J. Zool.* 83 : 1087-1096.
- VAN WIEREN, S.E., 1998. Effects of large herbivores upon the animal community. In M. F. Wallis De Vries, J. P. Bakker, and S. E. Van Wieren, editors. *Grazing and conservation management*. Kluwer Academic Publishers, Boston, pp 185-214.
- VÁZQUEZ, D.P. and D. SIMBERLOFF, 2003. Changes in interaction biodiversity induced by an introduced ungulate. *Ecology Letters*, 6 : 1077-1083.
- VREELAND, J.K., D.R. DIEFENBACH and B.D. WALLINGFORD, 2004. Survival rates, mortality causes, and habitats of Pennsylvania white-tailed deer fawns. *Wildl. Soc. Bull.*, 32 : 542-553.
- WELCH, C.A., J. KEAY, K.C. KENDALL and C.T. ROBBINS, 1997. Constraints on frugivory by bears. *Ecology*, 78 : 1105-1119.
- WILLIAMSON, M., 1996. *Biological invasions*. Chapman and Hall, London, 244 p.

Envahissement du hêtre dans les érablières déperissantes au Québec¹

Louis Duchesne, Jean-David Moore, Rock Ouimet

Introduction

Que ce soit pour leur production de sirop, de bois ou encore pour leur valeur esthétique et récréotouristique, les érablières occupent une place de choix dans le cœur des Québécois. Toutefois, les érablières ne sont pas à l'abri des perturbations. L'épisode du verglas à l'hiver 1998 en est un exemple. Il ne faudrait pas non plus oublier le phénomène du dépérissement des érablières². Bien qu'il ne soit pas reconnu comme une perturbation mais bien comme le résultat d'une ou d'un ensemble de perturbations, le dépérissement, de par son étendue, sa durée et l'ampleur des dommages causés aux arbres, est sans contredit le phénomène le plus répandu dans les érablières depuis les 20 à 30 dernières années au Québec (Roy *et al.*, 2004) et dans le Nord-Est américain (Horsley *et al.*, 2002). De nos jours, le dépérissement toucherait encore plusieurs érablières, et ce, à différentes intensités. En plus de la baisse de vigueur de l'érable à sucre (*Acer saccharum* Marsh.; Duchesne *et al.*, 2002, 2003), des observations effectuées au cours des dernières décennies dans les érablières du Québec soulèvent des interrogations quant à l'évolution de plusieurs d'entre elles. En effet, la présence accrue de la régénération du hêtre à grandes feuilles (*Fagus grandifolia* Ehrh.) en sous-étage a été constatée dans certaines érablières au Québec (Brisson *et al.*, 1994; Beaudet *et al.*, 1999). Plusieurs forestiers de terrain ont également remarqué ce fait, laissant croire qu'il pourrait s'agir d'un phénomène assez répandu dans les érablières québécoises.

Certains chercheurs ont avancé l'hypothèse que l'aménagement forestier pourrait expliquer la présence accrue du hêtre (Siccama, 1971; Jones *et al.*, 1989), mais les quelques travaux de recherche effectués dans certaines érablières du Québec indiquent que ce phénomène pourrait aussi s'étendre aux forêts non aménagées (Brisson *et al.*, 1994, Pothier, 1996, Beaudet *et al.*, 1999; Majcen, 1995, 1996, 1998, 1999). Par exemple, Pothier (1996) a constaté une hausse de près de 300 % des gaules de hêtre, au cours d'une période de dix ans, dans des stations non aménagées. Ce changement a été attribué à la mortalité des tiges d'érables à sucre de gros diamètre, provoquée par le dépérissement de l'érable et par l'augmentation de la luminosité au sol qui s'en est suivi. Dans ce contexte, il semble que l'augmentation de la présence du hêtre ne soit pas le simple résultat de l'aménagement forestier. D'autres mécanismes interviennent.

Afin de vérifier et de confirmer l'importance de l'augmentation de la présence du hêtre dans les érablières



Gaules de hêtre

au Québec, des chercheurs de la Direction de la recherche forestière (DRF) du ministère des Ressources naturelles et de la Faune, ont étudié les peuplements forestiers du Réseau d'étude et de surveillance des écosystèmes forestiers du Québec (RESEF; figure 1). Le RESEF est un réseau de plus d'une trentaine de stations d'étude permanentes établies à partir de 1986 dans des forêts non aménagées à travers les trois principaux domaines forestiers que sont l'érablière, la sapinière et la pessière. Pour chacun des peuplements, plusieurs caractéristiques, dont la régénération et la mortalité des différentes essences, sont évaluées sur une base quinquennale. Ainsi, afin d'étudier le phénomène de l'envahissement du hêtre dans les érablières, nous disposons de 12 stations de 0,5 ha réparties sur l'ensemble du territoire de l'érablière au Québec et pour lesquelles ces mesures ont été prises au moins à trois reprises, à tous les cinq ans (0, 5 et 10 ans), entre 1986 et 1990 pour le premier échantillonnage et entre 1996 et 2000 pour le dernier. Chacun de ces peuplements est de structure inéquienne³ et généralement composé d'érable à sucre comme essence principale et du hêtre à grandes feuilles et du bouleau jaune (*Betula alleghaniensis* Britt.) comme essences secondaires. Les tiges dont le diamètre à hauteur de poitrine (DHP, mesure effectuée à 1,3 m du sol) était supérieur à 1 cm ont été recensées (pour plus de détails, voir Duchesne *et al.*, 2005).

Les auteurs sont ingénieurs forestiers et chercheurs scientifiques à la Direction de la recherche forestière du ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec.

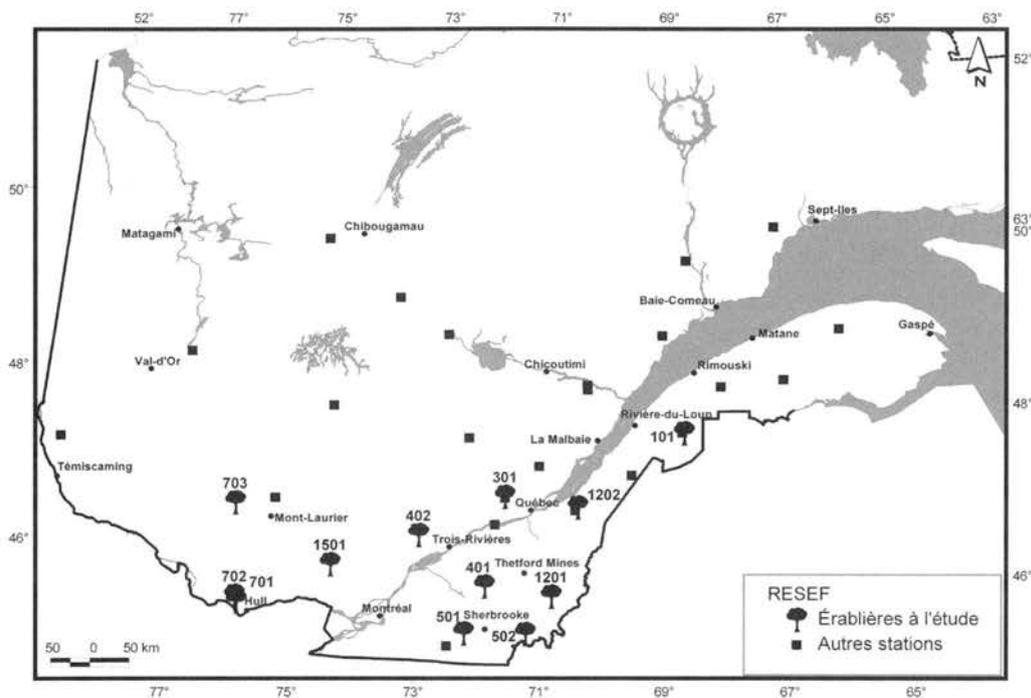


Figure 1. Localisation des érablières à l'étude

La dynamique de l'érable à sucre et du hêtre dans les érablières à l'étude

Dans la majorité des érablières à l'étude du RESEF, nous avons observé une baisse de la densité des tiges d'érable à sucre (14 % en moyenne) et une hausse de celle du hêtre (150 % en moyenne) sur une période de dix ans (figure 2). Globalement, la densité des jeunes tiges d'érables (0 à 9,75 cm au DHP) et celles d'érables adultes (9,8 à 30,75 cm au DHP) était inférieure de 20 et 8 %, respectivement, dix ans après le premier échantillonnage (figure 3). Pendant ce temps, la densité des petites tiges de hêtre (0 à 9,75 cm au DHP) augmentait de 102 %. Au cours de la période de dix ans, le taux de mortalité de l'érable à sucre (2 %) dans les stations d'études a été supérieur à celui du hêtre (0,8 %), alors que son augmentation en surface terrière⁴ était inférieure à celle du hêtre, soit 7 % comparativement à 16 %.

Pour que la structure inéquienne des peuplements se maintienne dans le temps, le nombre de tiges doit diminuer ou rester le même au fur et à mesure que l'on augmente de classe de diamètre (Leak, 1996). En se basant sur cette définition, c'est la situation qui prévalait dans les forêts à l'étude lors du premier échantillonnage, il y a dix ans (figure 3).

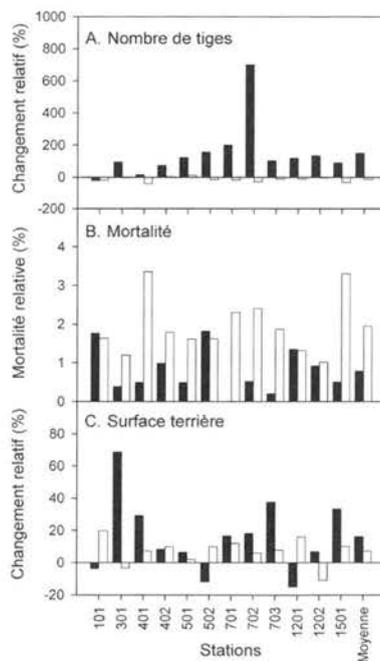


Figure 2. Changement relatif en densité (A), en mortalité (B) et en surface terrière (C) pour l'érable à sucre (colonnes blanches) et le hêtre (colonnes noires) dans les érablières sur une période de 10 ans.

Toutefois, les données récoltées dix ans plus tard nous révèlent qu'une cohorte de jeunes tiges de hêtre s'est établie en sous-étage, ce qui a provoqué un déséquilibre de la structure inéquienne de ces forêts, comme indiqué à la figure 3.

Le lien entre la baisse de santé de l'érable et l'envahissement par le hêtre

Certaines causes ont été avancées récemment pour expliquer l'émergence relativement rapide de la cohorte de hêtres dans les érablières. Parmi celles-ci, mentionnons : 1) la meilleure adaptation du hêtre à l'ombre (Canham, 1988); 2) la capacité du hêtre à se reproduire de façon végétative (Jones et Raynal, 1988); 3) le changement des propriétés du sol résultant d'une augmentation de la densité du hêtre, ce

qui peut être néfaste à la régénération de l'érable (Dijkstra *et al.*, 2001); 4) la phytotoxicité du lessivat des feuilles de hêtre envers la régénération de l'érable à sucre (Hane *et al.*, 2003); 5) la préférence des herbivores pour le feuillage des gaules d'érable à sucre par rapport à celui du hêtre (Marquis et Brennemann, 1981). Tous ces mécanismes peuvent influencer la régénération et, par conséquent, la composition à long terme des érablières. Toutefois, ils ne peuvent expliquer le changement rapide de structure et de composition observé dans les érablières à l'étude.

Pour le moment, il semble que la faible vigueur et la plus forte mortalité de l'érable à sucre, et ce, dans toutes les strates de diamètre, soient les raisons les plus vraisemblables pour expliquer l'envahissement du hêtre dans les stations à l'étude (Duchesne *et al.*, 2005). Ainsi, nous avons constaté que plus les indices de qualité de station de l'érable à sucre étaient bas (accroissement en surface terrière, nutrition en calcium, saturation du sol en calcium disponible), plus grande était la densité de petites tiges de hêtre dans les peuplements. Il est bien connu que l'érable à sucre, aussi bien les tiges en régéné-

ration que celles qui sont à maturité, se développe mieux sur des sols fertiles (Kobe *et al.*, 1995; Horsley *et al.*, 2002).

Plusieurs études indiquent cependant que les précipitations acides ont diminué la quantité d'éléments minéraux disponibles dans les sols forestiers et abaissé leur fertilité, au cours des années (Houle *et al.*, 1997; Ouimet *et al.*, 2001). Il a été démontré que la disponibilité réduite des éléments nutritifs dans le sol et la toxicité de l'aluminium sont parmi les causes possibles du dépérissement de l'érablé à sucre au Québec (Ouimet et Camiré, 1995; Moore *et al.*, 2000; Duchesne *et al.*, 2002). De plus, la perte en calcium dans le sol, et son influence sur la dynamique de la régénération, peuvent engendrer une diminution de l'importance de l'érablé à sucre dans le couvert forestier et ce, à l'intérieur d'une seule rotation (Kobe *et al.*, 2002). La perte en calcium et l'acidification du sol provenant des apports atmosphériques acides ont également été pointés du doigt pour expliquer les problèmes de régénération de l'érablé à sucre et la forte augmentation des petites tiges de hêtre dans certaines érablières de l'état de New York (Jenkins, 1997). Qui plus est, des travaux de recherche effectués dans le sud-ouest du Québec ont démontré que l'abondance relative du hêtre est inversement liée au pH et au calcium disponible du sol (Arii et Lechowicz, 2002). Par conséquent, le hêtre semble moins sensible que l'érablé à sucre à la faible disponibilité du calcium dans le sol et à la toxicité de l'aluminium, et tirerait davantage profit de telles conditions environnementales.

Ainsi, sur les stations déjà moins riches en éléments nutritifs, il semble que les dépôts acides aient pu appauvrir le sol à un point tel que ces stations soient maintenant moins favorables à l'érablé à sucre qu'au hêtre (Houle *et al.*, 1997).

Conclusion

L'étude publiée par Duchesne *et al.* (2005) est la première à démontrer que plusieurs érablières sont envahies par le hêtre, et ce, dans la majeure partie de l'aire de distribution de l'érablé au Québec. Nos résultats suggèrent que l'ouverture du couvert, à la suite du dépérissement de l'érablé à sucre, a contribué à modifier la composition et la structure de ces érablières. Il semble que les conditions de sol dans les secteurs d'études soient devenues moins appropriées à l'établissement et au maintien de l'érablé à sucre. En revanche, nos résultats semblent démontrer que la récente et rapide augmentation des gaules de hêtre dans les érablières serait liée à une meilleure adaptation de cette essence aux conditions qui prévalaient à l'intérieur du peuplement à la suite du dépérissement de l'érablé à sucre.

De plus, la rapidité à laquelle s'opèrent les changements de composition indique que la dynamique de ces peuplements est régie par de nouvelles conditions environnementales, et non pas par l'historique d'aménagement ou les interactions interspécifiques. Finalement, nos observations semblent indiquer que les pertes en éléments nutritifs et l'acidification du sol, qui résultent des dépôts acides, sont les perturbations environnementales les plus susceptibles d'avoir déstabilisé ces écosystèmes forestiers. Si cette cohorte de hêtres poursuit son développement, la composition future du peuplement verra sa proportion de hêtre augmenter considérablement et celle de l'érablé, diminuer.

La connaissance des processus qui régissent le fonctionnement des écosystèmes est l'une des préoccupations des chercheurs de la DRF. Ce type de recherche est essentiel pour réaliser une sylviculture adaptée. Par ailleurs, dans le

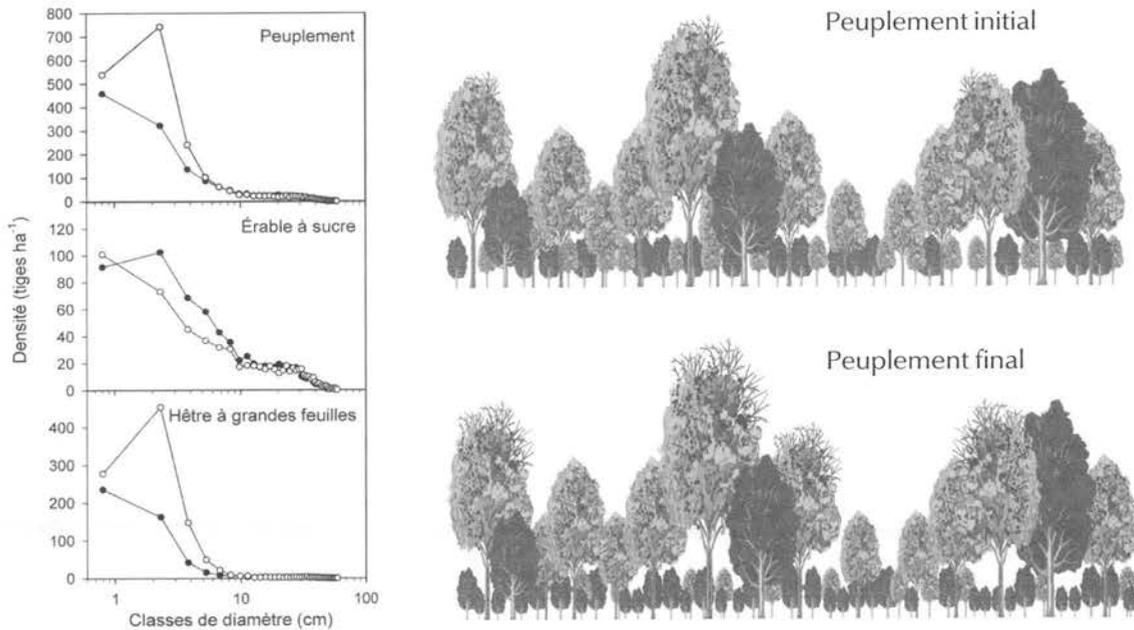


Figure 3. Structure initiale et finale du peuplement, de l'érablé à sucre et du hêtre pour l'ensemble des secteurs à l'étude.

contexte du dépérissement des érablières et de l'invasion du hêtre, des travaux de recherche effectués en marge de ceux du RESEF par des chercheurs de la DRF semblent prometteurs. Par exemple, des travaux d'amendements en calcium réalisés ces dernières années ont permis de freiner le dépérissement de l'érable à sucre, d'améliorer sa nutrition et surtout sa croissance (Moore *et al.*, 2000, 2005; Ouimet *et al.*, 2005). ◀

1. Cet article est une version adaptée d'un article scientifique intitulé « Changes in structure and composition of maple-beech stands following sugar maple decline in Québec, Canada » et publié dans la revue scientifique *Forest Ecology and Management* en 2005 (volume 208, pages 223-236).
2. Le dernier épisode du dépérissement des érablières aurait débuté au Québec vers la fin des années 1970. Actuellement, il n'y a toutefois pas de consensus sur les causes du dépérissement. Par contre, on sait que, tout dépendant de la région touchée, les phénomènes de gel-dégel, les défoliations d'insectes, les dépôts acides et les sécheresses, pour ne citer que ces exemples, peuvent jouer un rôle dans l'apparition des symptômes du dépérissement.
3. La structure d'une forêt est dite inéquienne lorsqu'elle est composée d'arbres qui possèdent des âges variés, allant des jeunes tiges aux tiges à maturité. On obtient ainsi une forêt où toutes les classes d'âges sont bien réparties et où le nombre de tiges est relativement constant dans le temps. Ce type de forêt est caractérisé par des arbres dont la structure en diamètre est, graphiquement parlant, en forme de « J » inversé.
4. Surface de sa section transversale à 1,30 m de hauteur.

Références

- ARIU, K. and J. LECHOWICZ, 2002. The influence of overstory trees and abiotic factors on the sapling community in an old-growth *Fagus-Acer* forest. *Écoscience*, 9: 386-396.
- BEAUDET, M., C. MESSIER and D. PARÉ, 1999. Possible mechanisms of sugar maple regeneration failure and replacement by beech in the Bois-de-Muir old-growth forest, Québec. *Écoscience*, 6: 264-271.
- BRISSON, J., Y. BERGERON, A. BOUCHARD and A. LEDUC, 1994. Beech-maple dynamics in an old-growth forest in southern Québec, Canada. *Écoscience*, 1: 40-46.
- CANHAM, C.D., 1988. Growth and canopy architecture of shade-tolerant trees: response to canopy gaps. *Ecology*, 63: 786-795.
- DIJKSTRA, F.A., C. GEIBE, S. HOLMSTROM, U.S. LUNDSTROM and N. VAN BREEMEN, 2001. The effect of organic acids on base cation leaching from the forest floor. *European Journal of Soil Science*, 52: 205-214.
- DUCHESNE, L., R. OUIMET and D. HOULE, 2002. Basal area growth of sugar maple in relation to acid deposition, stand health, and soil nutrients. *Journal of Environmental Quality*, 31: 1676-1683.
- DUCHESNE, L., R. OUIMET and C. MORNEAU, 2003. Assessment of sugar maple health based on basal area growth pattern. *Canadian Journal of Forest Research*, 33: 2074-2080.
- DUCHESNE, L., R. OUIMET, J.-D. MOORE and R. PAQUIN, 2005. Changes in structure and composition of maple-beech stands following sugar maple decline in Québec, Canada. *Forest Ecology and Management*, 208: 223-236.
- HANE, E.N., S.P. HAMBURG, A.L. BARBER and J.A. PLAUT, 2003. Phytotoxicity of American beech leaf leachate to sugar maple seedlings in a greenhouse experiment. *Canadian Journal of Forest Research*, 33: 814-821.
- HORSLEY, S.B., R.P. LONG, S.W. BAILEY, R.A. HALLET and P.M. WARGO, 2002. Health of eastern North American sugar maple forests and factors affecting decline. *Northern Journal of Applied Forestry*, 19: 34-44.
- HOULE, D., R. PAQUIN, C. CAMIRÉ, R. OUIMET and L. DUCHESNE, 1997. Response of the Lake Clair Watershed (Duchesnay, Québec) to changes in precipitation chemistry (1988-1994). *Canadian Journal of Forest Research*, 17: 1813-1821.
- JENKINS, J., 1997. Hardwood Regeneration Failure in the Adirondacks: Preliminary Studies of Incidence and Severity. Disponible à: http://www.wcs.org/media/file/WCS_WorkingPaper9_Jenkins.pdf
- JONES, R.H. and D.J. RAYNAL, 1988. Root sprouting in American beech (*Fagus grandifolia* Ehrh.): effects of root injury, root exposure, and season. *Forest Ecology and Management*, 25: 79-90.
- JONES, R., R.D. NYLAND and D.J. RAYNAL, 1989. Response of American beech regeneration to selection cutting of northern hardwoods in New York. *Northern Journal of Applied Forestry* 6: 34-36.
- KOBE, R.K., W. PACALA and J.A. SILANDER Jr., 1995. Juvenile tree survivorship as a component of shade tolerance. *Ecological Application*, 5: 517-532.
- KOBE, R.K., G.E. LIKENS and C. EAGAR, 2002. Tree seedling growth and mortality responses to manipulations of calcium and aluminium in a northern hardwood forest. *Canadian Journal of Forest Research*, 32: 954-966.
- LEAK, W.B., 1996. Long-term structural change in uneven-aged northern hardwoods. *Forest Science*, 42: 160-165.
- MAJČEN, Z., 1995. Coupe de jardinage et coupe de succession dans trois secteurs forestiers: accroissement décennal en surface terrière et état de la régénération. Direction de la recherche forestière, Mémoire de recherche forestière no. 129. MRNFP, Québec, 48 pp.
- MAJČEN, Z., 1996. Résultats après 10 ans d'un essai de coupe de jardinage dans une érablière. Direction de la recherche forestière, Mémoire de recherche forestière no. 122. MRNFP, Québec, 32 pp.
- MAJČEN, Z., 1998. Coupe de jardinage dans trois secteurs forestiers. Accroissement décennal en surface terrière et état de la régénération. Direction de la recherche forestière, Rapport interne no.430. MRNFP, Québec, 42 pp.
- MAJČEN, Z., 1999. Coupe de jardinage dans six secteurs forestiers des régions de l'Outaouais, de Montréal, de Québec et du Bas-Saint-Laurent: accroissement décennal en surface terrière et état de la régénération. Direction de la recherche forestière, Rapport interne no. 442. MRNFP, Québec, 34 pp.
- MARQUIS, D.A. and R. BRENNEMANN, 1981. The impact of deer on forest vegetation in Pennsylvania. U.S. For. Serv. Gen. Tech. Rep. NE-65.
- MOORE, J.D., C. CAMIRÉ and R. OUIMET, 2000. Effects of liming on the nutrition, vigor, and growth of sugar maple at the Lake Clair Watershed, Québec, Canada. *Canadian Journal of Forest Research*, 30: 725-732.
- MOORE, J.D. and R. OUIMET, 2005. Long-term effects of liming on the nutrition, vigor and growth of sugar maple at the Lake Clair Watershed, Québec, Canada. (En rédaction).
- OUIMET, R. and C. CAMIRÉ, 1995. Foliar deficiencies of sugar maple stands associated with soil cation imbalances in the Québec Appalachians. *Canadian Journal of Soil Science*, 75: 169-175.
- OUIMET, R., L. DUCHESNE, D. HOULE and P.A. ARP, 2001. Critical loads of atmospheric S and N deposition and current exceedances for northern temperate and boreal forests in Québec. *Water, Air, and Soil Pollution Focus*, 1 (1/2): 119-134.
- OUIMET, R., J.D. MOORE and L. DUCHESNE, 2005. Effect of experimental acidification and alkalisation on two contrasted sugar maple stands in Québec, Canada. (En rédaction)
- POTHIÉ, D., 1996. Accroissement d'une érablière à la suite de coupes d'éclaircie: résultats de 20 ans. *Canadian Journal of Forest Research*, 26: 543-549.
- ROY, G., G.R. LAROCQUE and C. ANSSEAU, 2004. Retrospective evaluation of the onset period of the visual symptoms of dieback in five Appalachian sugar maple stand types. *Forestry Chronicle*, 80: 375-383.
- SICCAMA, T.G., 1971. Presettlement and present forest vegetation in northern Vermont with special reference to Chittenden County. *American Midland Naturalist*, 85: 153-172.

Impact de la régularisation du débit des Grands Lacs sur l'habitat de reproduction des poissons dans la plaine inondable du fleuve Saint-Laurent

Philippe Brodeur, Marc Mingelbier et Jean Morin

Introduction

Les variations du débit des cours d'eau ont des impacts majeurs sur les habitats aquatiques et les populations de poissons (Stalnaker *et al.*, 1989). Des conditions de fort débit au printemps assurent un contact entre le lit principal du cours d'eau et la plaine inondable et ouvrent l'accès à des zones de reproduction, dont la présence est essentielle au maintien des populations de poissons (Minns *et al.*, 1996; Brodeur *et al.*, 2004). Lorsqu'on modifie volontairement le régime hydrologique, on doit s'assurer que le niveau d'eau sera maintenu durant une période suffisamment longue après la reproduction pour que les poissons puissent compléter les premières étapes de vie (Dumont et Fortin, 1977). L'assèchement des frayères pourrait compromettre l'incubation des œufs et la survie des jeunes stades (Mingelbier *et al.*, 2005). Dans le Saint-Laurent, ces faits sont notamment corroborés par une étude réalisée dans la région de Boucherville, qui rapporte que le succès de reproduction du grand brochet (*Esox lucius*) est favorisé par des hauts niveaux d'eau pendant la reproduction et par des niveaux stables durant l'incubation des œufs (Armellin, 2004). L'accès à la plaine d'inondation et le patron du retrait de la crue revêtent donc une importance particulière dans la dynamique des communautés de poissons du Saint-Laurent.

Le débit du Saint-Laurent est caractérisé par de fortes variations temporelles à court et à long terme, qui dépendent principalement du climat. Les séries historiques sur l'hydrologie des Grands Lacs et du Saint-Laurent montrent une alternance de cycles de fort et de faible débits dont la périodicité est d'environ 30 ans (Chanut *et al.*, 1988). C'est à l'échelle annuelle que la régularisation anthropique du débit sortant du lac Ontario et de la rivière des Outaouais, les principaux affluents du Saint-Laurent fluvial, peut modifier le débit du fleuve. En effet, la capacité de stockage limitée des bassins en amont ne permet pas d'emmagasiner un volume d'eau important sur plusieurs années (Morin et Bouchard, 2000). Le plan de régularisation propre aux débits du lac Ontario, en vigueur depuis le début des années 1960, vise à modérer les inondations au printemps et à optimiser la navigation et la production d'hydroélectricité. Les débits printaniers sont donc susceptibles d'être fortement écrêtés par une telle gestion du débit, ce qui pourrait compromettre l'accès aux zones de reproduction. La révision des critères de régularisation du système Grands Lacs – Saint-Laurent par la Commission mixte internationale était une occasion

unique de formuler des recommandations pour protéger les habitats de reproduction en plaine d'inondation, sensibles aux variations hydrologiques.

Le grand brochet et la perchaude (*Perca flavescens*) ont été retenus comme espèces indicatrices en raison de la coïncidence de leur période de reproduction avec la crue printanière et de l'utilisation de la plaine d'inondation comme habitat de fraye. Les objectifs étaient de quantifier l'impact : (i) du débit sur la disponibilité des habitats de reproduction de la plaine d'inondation dans quatre régions du Saint-Laurent, (ii) du débit sur la mortalité potentielle attribuable à l'assèchement des frayères et (iii) de la régularisation des Grands Lacs sur la disponibilité des habitats de reproduction.

Méthodologie

Site à l'étude

Le fleuve Saint-Laurent présente plus de 2 500 km² d'habitats aquatiques divers qui supportent plus de 100 espèces de poissons (La Violette *et al.*, 2003). Le couloir fluvial entre Cornwall et Trois-Rivières a été considéré dans la présente étude puisque les variations de niveaux d'eau attribuables au débit sont directement mesurables dans la section d'eau douce sans marée (figure 1). Le lac Saint-François a été exclu, car son niveau d'eau est fortement régularisé (marnage annuel d'environ 20 cm), ainsi que le tronçon entre les rapides de Lachine et le bassin de La Prairie, qui n'est pas couvert par le modèle numérique de terrain. L'aire d'étude a été subdivisée en quatre régions présentant des caractéristiques hydrographiques différentes : le lac Saint-Louis, le tronçon Montréal – Sorel, l'archipel de Sorel et le lac Saint-Pierre (figure 1; La Violette *et al.*, 2003).

Qualité d'habitat pour le dépôt des œufs

Pour évaluer la disponibilité des habitats de reproduction, un indice de qualité de l'habitat (IQH) a été élaboré à partir du système de classification des variables pondérées proposé par Casselman et Lewis (1996) pour le grand brochet. Il a été adapté à la perchaude et validé par des mesures

Philippe Brodeur et Marc Mingelbier sont biologistes à la Direction de la recherche sur la faune du ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec. Jean Morin est chercheur en modélisation fluviale au Service météorologique du Canada à Environnement Canada.

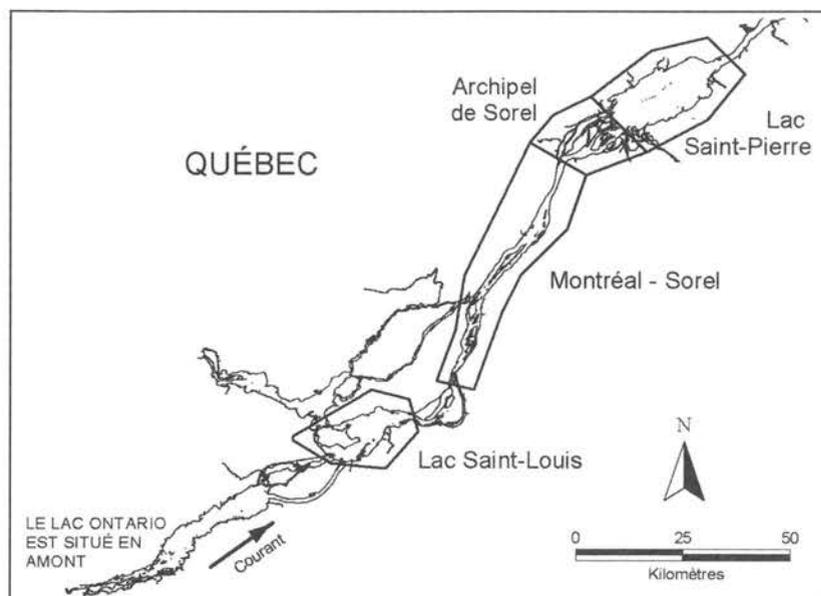


Figure 1. Quatre régions à l'étude dans la partie fluviale du Saint-Laurent

de terrain (Mingelbier *et al.*, 2005). L'IQH du grand brochet (équation 1) et de la perchaude (équation 2) ont été exprimés par les équations de produits pondérés suivantes (Vadas et Orth, 2001) :

$$\text{IQH brochet} = \frac{S^{R_s} \cdot T^{R_t} \cdot VI^{R_{vi}}}{C} \quad \text{eq. 1}$$

$$\text{IQH perchaude} = \frac{S^{R_s} \cdot P^{R_p} \cdot VI^{R_{vi}}}{C} \quad \text{eq. 2}$$

Tableau 1. Classification des variables utilisées dans le calcul de l'indice de qualité de l'habitat de reproduction du grand brochet et de la perchaude (modifiée de Casselman et Lewis [1996]). La valeur du potentiel de chaque variable est faible (0), moyenne (1) ou élevée (3).

Variable	Rang	Potentiel	Description
Grand brochet			
Végétation	1,00	0	Absence
		1	Marécage arborescent; ou <i>Typha sp.</i> dominant
		3	Marais profond; ou marais peu profond; ou marécage arbustif; ou prairie humide
Température relative	0,78	0-3	Voir Mingelbier <i>et al.</i> (2005)
Vitesse du courant	0,22	0	> 20 cm · s ⁻¹
		1	10 – 20 cm · s ⁻¹
		3	< 10 cm · s ⁻¹
Perchaude			
Substrat et végétation	0,50	0	Absence de végétation avec dominance de sable, limon ou argile
		1	Marécage arborescent; ou <i>Typha sp.</i> dominant; ou absence de végétation avec dominance de blocs, cailloux ou graviers
		3	Marais profond; ou marais peu profond; ou marécage arbustif; ou prairie humide
Profondeur	1,00	0	0 cm
		1	< 30 cm ou > 100 cm
		3	30 – 100 cm
Vitesse du courant	0,22	0	> 20 cm · s ⁻¹
		1	10 – 20 cm · s ⁻¹
		3	< 10 cm · s ⁻¹

où S , T , P et VI sont les valeurs respectives du potentiel du substrat (inorganique ou végétal), de la température de l'eau, de la profondeur et de la vitesse du courant disponibles au moment de la reproduction, R_s , R_t , R_p et R_{vi} désignent leur rang et C est une constante utilisée pour mettre l'IQH à l'échelle entre 0 et 1 ($C_{\text{brochet}} = 9$; $C_{\text{perchaude}} = 6,633$; tableau 1). Pour le grand brochet, le potentiel de la température de l'eau a été exprimé à l'aide d'une relation mathématique présentant la probabilité de présence des géniteurs en fonction des températures disponibles dans chaque région géographique (Mingelbier *et al.*, 2005). Cette fonction révèle que les géniteurs utilisent préférentiellement les sites où la température est la plus élevée.

Superficie d'habitat pour le dépôt des œufs

L'IQH a été combiné avec un modèle numérique de terrain à haute résolution spatiale (2 D), comprenant plusieurs dizaines de milliers d'éléments, dont la dimension varie entre 10 m dans les petits chenaux et 100 m dans les régions uniformes de la plaine d'inondation (Morin *et al.*, 2005). Cet outil permet de projeter une valeur du potentiel d'habitat à l'intersection de tous les éléments (nœud) et d'en obtenir des cartes précises. Ce travail a été réalisé pour huit scénarios de débit mesuré à Sorel au printemps (5 000 m³ · s⁻¹ à 20 500 m³ · s⁻¹), qui couvrent tout le

spectre des valeurs historiques observées dans le système Grands Lacs–Saint-Laurent entre 1960 et 2000 (Morin et Bouchard, 2000). Pour les besoins de la présente étude, le modèle 2 D fournit, à chaque nœud et pour chaque scénario de débit, les variables suivantes : température, vitesse du courant, profondeur de l'eau, type de substrat inorganique et type de milieu humide (Morin *et al.*, 2005). Le modèle calcule ensuite à chaque nœud, une valeur d'IQH avec la méthode présentée à la section précédente. La superficie utile (SU) pour le dépôt des œufs correspond à la somme des produits de la superficie de chaque nœud inondé et de l'IQH. Pour illustrer l'impact du débit sur la superficie des habitats de reproduction, la SU a été estimée pour les huit scénarios de débit. Les relations entre la SU et le débit ont été calculées individuellement pour les quatre régions du fleuve. Les SU ont été exprimées en valeur absolue (ha) et relative (% par rapport à la valeur maximale observée dans chaque région) afin de déterminer la région la plus affectée par les variations du débit.

Mortalité potentielle

Un potentiel de mortalité a été estimé pour une période critique du cycle vital suivant le dépôt des œufs et qui inclut l'incubation, la résorption du sac vitellin et le développement d'une capacité natatoire suffisante pour permettre aux poissons de quitter les frayères (quatre et trois semaines chez le brochet et la perchaude respectivement; Mingelbier *et al.*, 2005). Durant cette période, les œufs et les larves sont encore présents sur les frayères et exposés à une mortalité par assèchement causé par les baisses de niveau d'eau. Pour quantifier cet effet, un indice de mortalité potentielle (IMP) a été développé. L'IMP correspond aux superficies perdues (SP), exondées durant la période de vulnérabilité. Pour évaluer l'impact de l'IMP sur les superficies disponibles pour le dépôt des œufs (IQH), les SP ont été calculées pour les huit scénarios de débit et cinq scénarios de diminution du niveau d'eau à Sorel : 0,14 m, 0,28 m, 0,5 m, 1,0 m et 3,0 m (Mingelbier *et al.*, 2005). Ces simulations ont servi de base au calcul des SP annuelles entre 1960 et 2000, tel que décrit à la section suivante.

Reconstitution des séries historiques et impact de la régularisation

Il y a un grand intérêt à reconstituer les séries d'habitat historique, car elles peuvent être couplées aux données disponibles sur les forces de classes d'âge afin de juger de l'importance de la disponibilité des habitats sur le recrutement des deux espèces à l'étude. Les relations établies entre les SU et les SP et le débit ont été combinées avec le débit observé annuellement pour la période 1960-2000. Les séries historiques de température ont été utilisées afin de déterminer la date annuelle de la fraye, pour ensuite évaluer le débit qui régnait au moment précis où les habitats ont été utilisés (avec une précision de 2-3 jours; Mingelbier *et al.*, 2005). Les superficies utiles pondérées (SUP), correspondant à la différence entre les SU et les SP pour chaque année, ont été

utilisées ici pour illustrer les séries historiques des habitats de reproduction entre 1960 et 2000. Pour quantifier l'impact de la régularisation du débit sortant des Grands Lacs, les SUP ont été calculées annuellement selon deux séries de débit hebdomadaire du fleuve pour la période 1960-2000 : la série préprojet (débit simulé sans régularisation) et la série 1958DD (débit réel avec régularisation) (Morin et Bouchard, 2000).

Résultats et discussion

Superficie d'habitat pour le dépôt des œufs

Les superficies disponibles pour le dépôt des œufs des deux espèces dans l'ensemble du Saint-Laurent fluvial augmentent progressivement avec la hausse du débit, atteignant des valeurs maximales aux débits les plus élevés ($\geq 17\,500\text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$; figure 2a, c). La représentation spatiale des valeurs d'IQH au lac Saint-Pierre et dans l'archipel de Sorel illustre clairement l'effet du débit et montre qu'une augmentation de la quantité d'eau dans le système entraîne une hausse de la superficie globale des habitats de reproduction et de la superficie spécifique des habitats de meilleure qualité (figures 3 et 4). Le parallélisme dans l'habitat sélectionné par les deux espèces expliquerait les similitudes observées dans leur réponse aux variations du débit. Aux débits les plus fréquemment observés au printemps, c'est-à-dire entre $9\,500\text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$ et $14\,500\text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$ (Morin et Bouchard 2000), la pente de la relation entre la superficie d'habitat et le débit était plus élevée chez le grand brochet, ce qui témoigne d'une plus grande sensibilité aux variations hydrologiques (figure 2a, c).

Les tendances observées pour le Saint-Laurent global doivent être considérées avec précautions, car elles masquent plusieurs effets locaux. De fait, la superficie des habitats disponibles, détaillée individuellement pour les quatre régions du Saint-Laurent, révèle que le débit a des effets différents d'une région à l'autre. Comme en témoignent les superficies relatives, calculées par rapport au potentiel régional maximum, ce sont l'archipel de Sorel (brochet et perchaude) et, dans une moindre mesure, le lac Saint-Pierre (brochet seulement) qui sont les plus affectés par les variations du débit (figure 2b, d). Ces régions, qui présentent la majorité des aires de reproduction dans le système, nécessitent un débit plus élevé ($\geq 14\,500\text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$) que le lac Saint-Louis et le tronçon Montréal–Sorel pour atteindre des superficies d'habitat supérieures à 70 % du potentiel régional (figure 2b, d). Dans la gamme des débits les plus fréquemment observés, les superficies atteignent un plateau ou montrent même une tendance à la baisse avec l'augmentation du débit au lac Saint-Louis et dans le tronçon Montréal–Sorel. Les différences régionales dans la réponse aux variations hydrologiques s'expliqueraient par la topographie locale, la vitesse d'écoulement et la température de l'eau à débit élevé, ainsi que par la superficie et l'élévation des milieux humides dans la plaine d'inondation. Par exemple, le tronçon Montréal–Sorel est

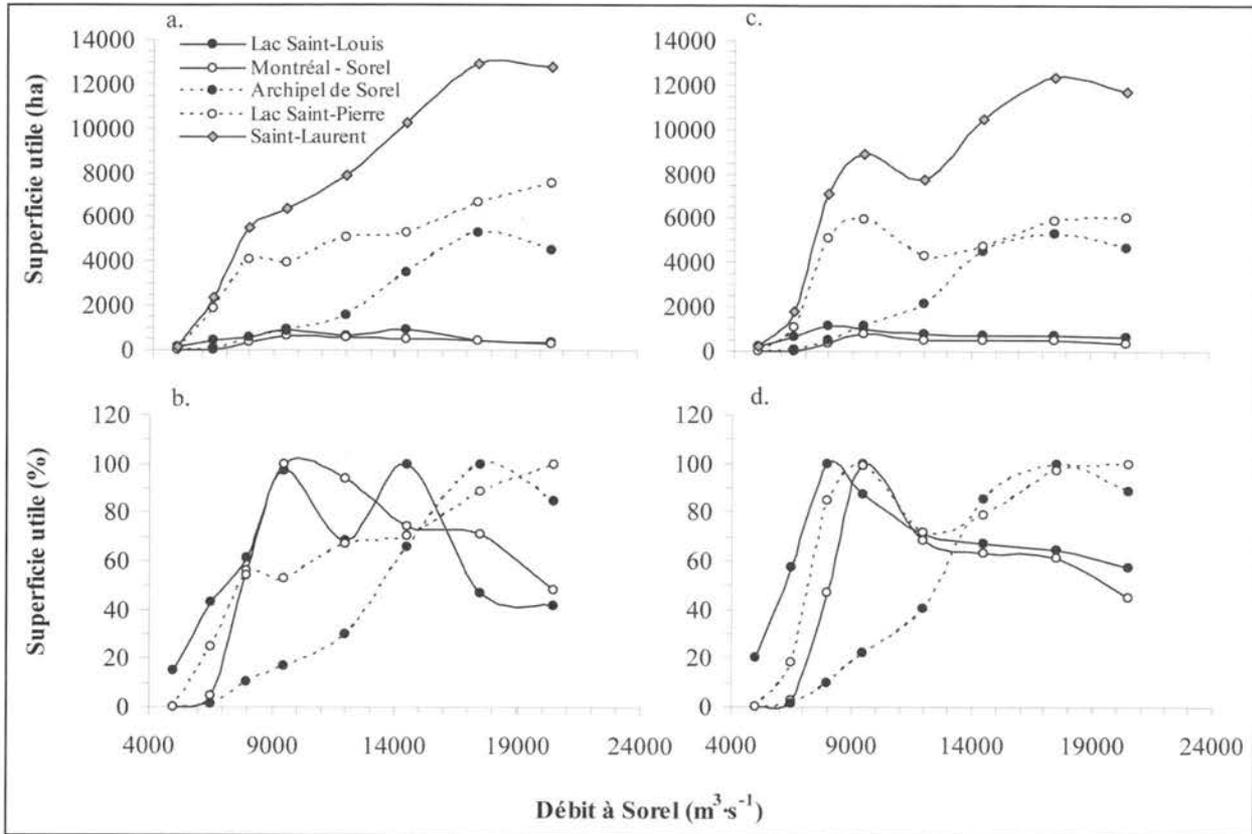


Figure 2. Relation entre la superficie utile pour la reproduction (a, b) du grand brochet et (c, d) de la perchaude et huit scénarios de débit à Sorel. Les quatre régions du fleuve Saint-Laurent sont présentées individuellement.

caractérisé par un écoulement rectiligne relativement rapide et par des milieux humides confinés à une mince bande riveraine autour des îles et le long de la voie maritime. Ces frayères sont rapidement inondées lors des faibles crues et perdent du potentiel lorsque le débit est plus élevé, en raison de la diminution de la température de l'eau et de l'augmentation de la profondeur et de la vitesse d'écoulement. Pour les deux espèces à l'étude, un débit de $14\,500\text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$ représente le meilleur compromis pour les quatre régions du fleuve (figure 2b et 2d). Des débits de cet ordre de grandeur n'ont été observés qu'une année sur trois (27 %) durant la période 1960-1998 (Morin et Bouchard, 2000).

Mortalité potentielle

Si le débit du Saint-Laurent a un impact sur la disponibilité des habitats lors du dépôt des œufs, il peut aussi compromettre le succès de la reproduction en asséchant les frayères. Pour quantifier ce type de mortalité, les superficies de frayères exondées ont été estimées annuellement depuis 1960. Les pertes d'habitat surviennent deux années sur trois chez le brochet et presque chaque année chez la perchaude, mais avec une intensité très variable (figure 5). La proportion d'habitats perdus annuellement se chiffre en moyenne à $-25\% \pm -20\%$ (-1% à -56%) chez le grand brochet et à $-42\% \pm -19\%$ (-1% à -71%) chez la perchaude pour l'ensemble du Saint-Laurent (figure 5). La disponibilité des

habitats de reproduction est donc relative et dépend à la fois de ce qui est accessible au moment de la déposition des œufs et de ce qui est perdu en raison d'une décrue trop hâtive. La vulnérabilité des deux espèces aux diminutions du niveau d'eau est attribuable, d'une part, au fait que l'habitat typique du grand brochet et de la perchaude est situé relativement haut dans la plaine d'inondation, dans les milieux peu profonds qui sont les premiers à être affectés par une diminution du niveau d'eau. D'autre part, les modifications majeures de l'hydrologie du fleuve à la suite de la régularisation de la rivière des Outaouais en 1912, qui écourte la crue printanière d'environ trois semaines (Morin et Bouchard 2000), rendent ces espèces plus vulnérables à une mortalité par assèchement.

C'est l'archipel de Sorel qui est la région la plus sensible aux variations du débit, où les pertes d'habitats ont atteint jusqu'à -78% et -84% chez le grand brochet et la perchaude respectivement (figure 5). Ce résultat s'explique par la topographie locale des frayères, souvent situées sur des berges abruptes ou à une altitude relativement élevée dans la plaine d'inondation, qui les rend sensibles aux variations du débit. Armellin (2004) souligne l'importance de l'exondation des frayères dans le recrutement du grand brochet dans le Saint-Laurent, près de Boucherville. Il mentionne l'existence d'une relation positive entre la force des classes d'âge du grand brochet et le coefficient de variation du niveau

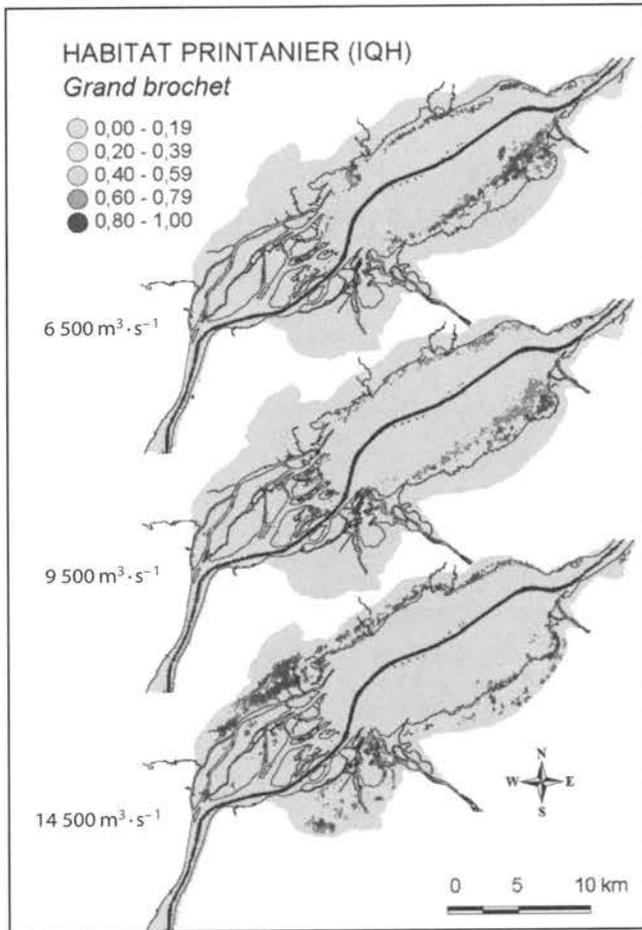


Figure 3. Indice de la qualité des habitats de reproduction (IQH) du grand brochet au lac Saint-Pierre et dans l'archipel de Sorel lorsque le débit à Sorel est de 6 500, 9 500 et 14 500 $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.

d'eau printanier, interprété comme le reflet de l'exondation des frayères. Les analyses des décrues historiques, menées par Mingelbier *et al.* (2005), ont révélé que les diminutions du niveau d'eau seraient en grande majorité attribuables à d'autres facteurs que la régularisation du Saint-Laurent à Cornwall (ex. climat, marée, régularisation de la rivière des Outaouais), qui a entraîné une plus grande stabilité des niveaux d'eau après le dépôt des œufs.

Impact de la régularisation des Grands Lacs

Pour évaluer l'influence de la régularisation du débit sortant des Grands Lacs sur la disponibilité des sites de reproduction du grand brochet et de la perchaude, les superficies d'habitat ont été examinées pour la période 1960-2000, selon deux séries reconstituées des débits (séries régularisée et non régularisée à Cornwall). En écrétant la crue presque deux années sur trois (Mingelbier *et al.*, 2005), la régularisation a fréquemment provoqué des diminutions de la superficie des habitats printaniers entre -5 % et -15 % annuellement pour l'ensemble du Saint-Laurent (figures 6 et 7). Tous les secteurs du système répondent à la régularisation, mais avec une

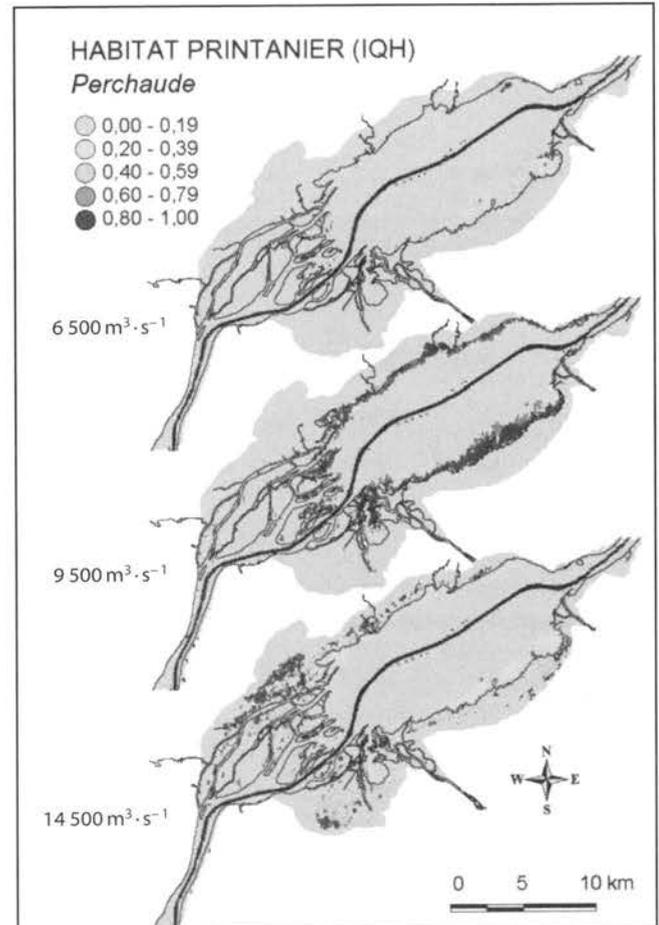


Figure 4. Indice de la qualité des habitats de reproduction (IQH) de la perchaude au lac Saint-Pierre et dans l'archipel de Sorel lorsque le débit à Sorel est de 6 500, 9 500 et 14 500 $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.

intensité différente et dans des sens parfois opposés (figures 6 et 7). Ce résultat s'explique par la forme des relations entre le débit et les habitats disponibles au moment de la fraye pour chaque secteur, ainsi que par leur sensibilité aux baisses du niveau d'eau après le dépôt des œufs. L'archipel de Sorel est la région la plus affectée par le débit qui, en raison de la régularisation, montre les diminutions les plus marquées et les plus fréquentes, soit globalement une année sur deux pour les deux espèces (54 % chez le brochet et 53 % chez la perchaude). Ces diminutions, attribuables à la régularisation, ont accentué la faible disponibilité des habitats au cours des périodes de faible hydraulité naturelles (1962-1965) et sont aussi survenues au cours de plusieurs années consécutives (figures 6 et 7). C'est précisément dans ce type de situations que l'impact de la régularisation est susceptible d'être le plus dommageable pour les populations de poissons et que le système doit être géré avec une prudence particulière.

À l'échelle de l'aire d'étude, plusieurs travaux de recherche suggèrent que les mouvements entre régions sont réduits pour le grand brochet et la perchaude, indiquant qu'une très faible disponibilité en habitats durant plusieurs années consécutives pourrait avoir des répercussions sur

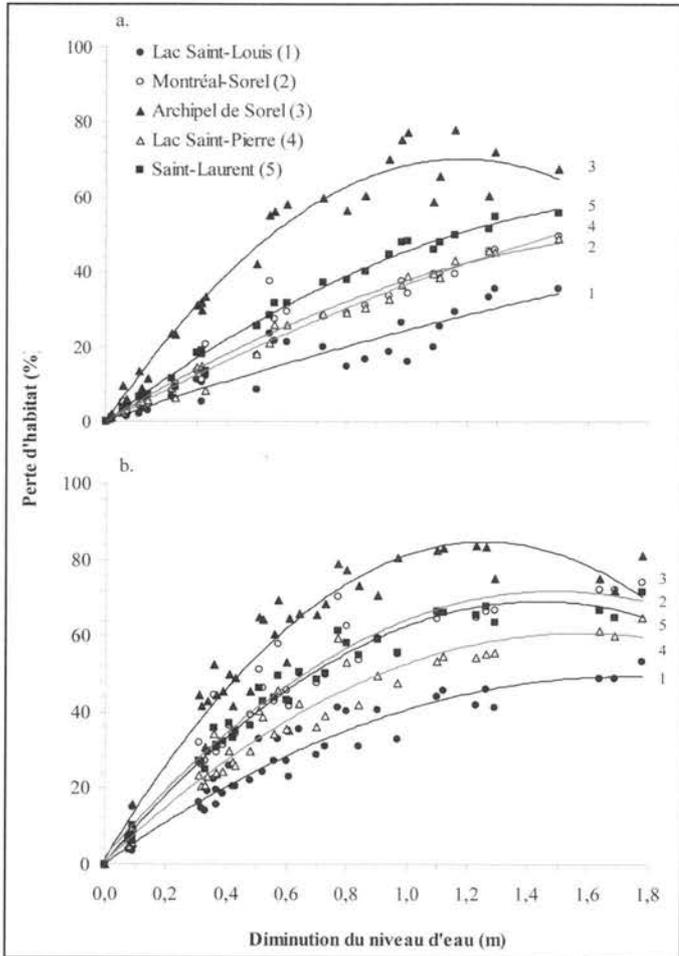


Figure 5. Perte d'habitats annuelle en fonction de la diminution du niveau d'eau observée à Sorel après le dépôt des œufs chez (a) le grand brochet et (b) la perche, entre 1960 et 2000. Les quatre régions du fleuve Saint-Laurent sont présentées individuellement.

l'équilibre écologique régional. Une étude sur la génétique de la perche du Saint-Laurent a identifié plusieurs populations distinctes à l'intérieur de notre aire d'étude (Leclerc *et al.*, 2005). De plus, les repérages télémétriques sur le grand brochet, réalisés dans l'archipel de Montréal, montrent que l'espèce est sédentaire et effectue des déplacements saisonniers inférieurs à 1 km dans 92 % des cas (Leclerc, 1984). Ces résultats indiquent qu'il serait plus prudent dans les choix de gestion d'identifier les régions du fleuve où la superficie d'habitat est la plus limitante, plutôt que de considérer la superficie globale du système. Puisque les quatre régions montrent des réponses parfois opposées, l'approche régionale implique cependant que des événements défavorables puissent survenir aussi dans d'autres secteurs. Pour apprécier l'impact des événements défavorables sur une population de poissons et l'appliquer à des choix de gestion, il y a lieu de les pondérer avec une valeur faible s'ils sont discrets dans le temps, et avec une valeur forte s'ils sont fréquents ou consécutifs (Casselman et Lewis 1996).

En pratique, il est difficile de quantifier précisément l'impact des diminutions de superficies provoquées par la régularisation. À tout le moins, on peut présumer que la gestion a eu des conséquences négatives ponctuelles dans le temps et l'espace sur l'abondance des deux espèces. Armellin (2004) mentionne que la variabilité dans la force des classes d'âge pour la région de Boucherville est expliquée dans une proportion considérable (61 %) par la disponibilité des sites de reproduction. Chez la perche du lac Saint-Pierre, malgré l'absence d'une relation significative entre l'indice de force des classes d'âge (IFCA; tirés de Maillot 2001) et la quantité d'habitat disponible au moment de la reproduction (1982-1989: $R^2 = 0,09$; $p = 0,49$; $n = 8$; 1991-1998: $R^2 = 0,27$; $p = 0,19$; $n = 8$), il existe tout de même une tendance positive entre les deux variables pour la période 1991-1998. Cette tendance est attribuable à la forte classe d'âge de 1995, produite alors que la superficie d'habitat observée au printemps correspondait à la troisième valeur la plus élevée depuis 1960 (figure 7). Ces résultats suggèrent qu'une grande superficie d'habitat peut contribuer à la formation d'une forte classe d'âge, mais que l'habitat n'est pas le seul facteur déterminant. En effet, la force des classes d'âge de la perche est influencée par des facteurs autres qu'hydrologiques (ex. température en juin; Guénette *et al.*, 1994), qui sont hors du contrôle des gestionnaires du débit et qui peuvent annuler l'effet d'une forte disponibilité d'habitat au moment de la reproduction. Pour quantifier plus précisément l'influence du débit sur l'abondance des populations, il serait nécessaire de disposer de longues séries temporelles des forces de classes d'âge et d'autres indicateurs du recrutement (ex. abondance des jeunes stades de développement), qui couvriraient des périodes hydrologiques contrastées.

Il importe de préciser que la variabilité interannuelle des superficies disponibles depuis 1960 est de loin supérieure à la variabilité intra-annuelle imputable à la régularisation à Cornwall (figures 6 et 7). Puisque la gestion influence le débit de l'année en cours et non le débit de l'année suivante, en raison de la faible capacité de stockage du lac Ontario, les impacts de la gestion sont somme toute relativement réduits comparativement aux effets du climat, qui font varier les superficies d'habitat d'une année à l'autre. Ces résultats sont en accord avec les études de Brodeur *et al.* (2004) et de Mingelbier *et al.* (2005), qui rapportent que les variations inter-annuelles du débit ont un impact sur la durée de l'accès, sur la superficie d'habitats disponibles et sur les assemblages de poissons présents au printemps dans les marais aménagés de la plaine d'inondation du lac Saint-Pierre. Les impacts attribuables à la régularisation du Saint-Laurent s'ajoutent cependant à une panoplie d'autres pressions susceptibles d'engendrer des impacts cumulatifs sur les communautés de poissons. Les poissons sont exposés aux interruptions des principales voies de migration en amont de Montréal par des barrages, aux pertes majeures d'habitat liées à l'aménagement du territoire (ex. remblais), à la stabilisation des niveaux d'eau (ex. lac Saint-François), à la canalisation du Saint-Laurent (p. ex. barrages de roches dans les chenaux

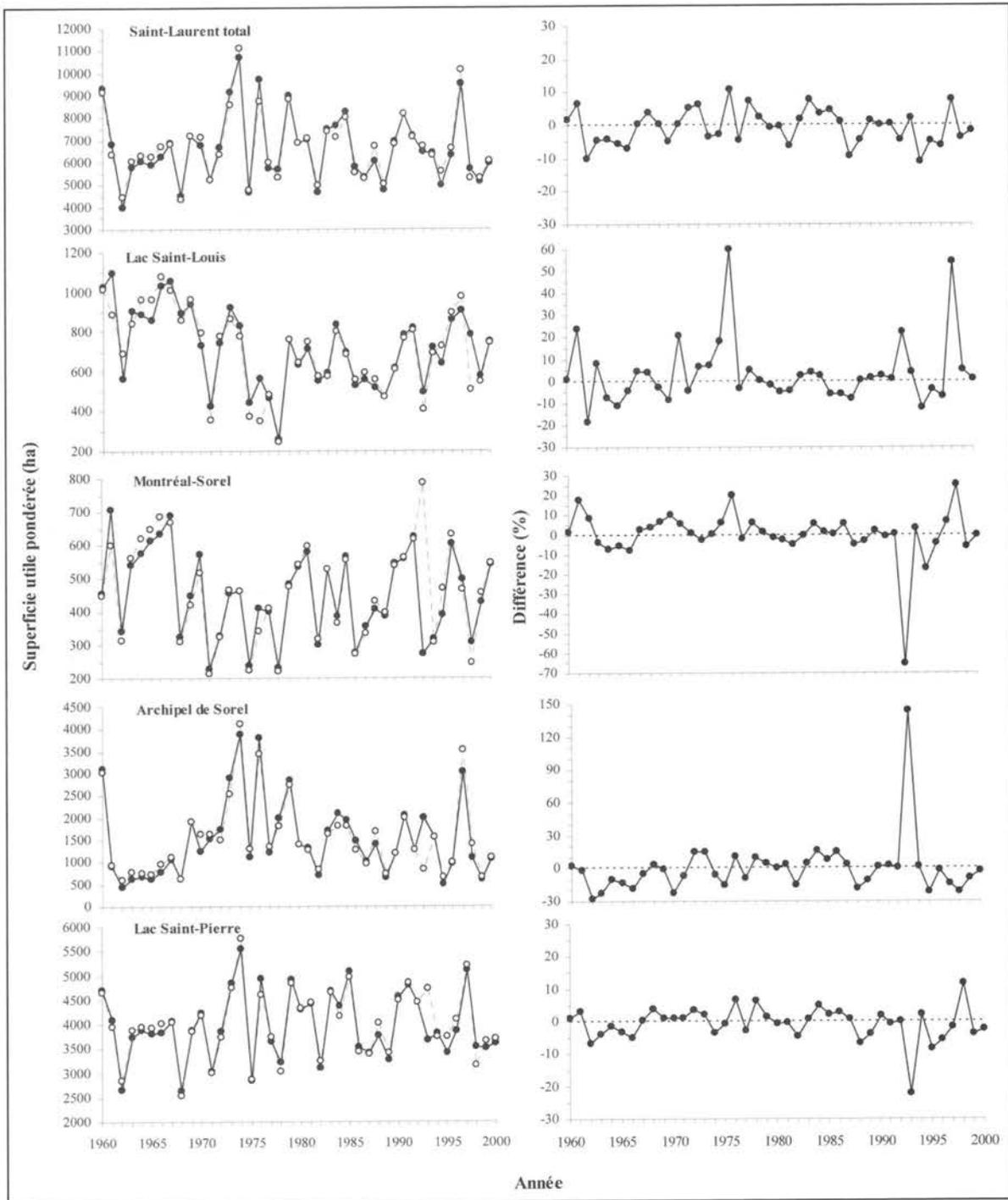


Figure 6. Superficies utiles pondérées observées chez le grand brochet dans le Saint-Laurent, entre 1960 et 2000. Deux séries sont présentées: la série pré-projet (débit sans régularisation; trait pointillé) et la série 1958 DD (débit régularisé; trait plein). Une différence négative indique une valeur plus faible pour la série 1958-DD.

de l'archipel de Sorel), aux rejets toxiques et agricoles, à l'exploitation intensive (perchaude), à l'introduction d'espèces exotiques, à la présence de nouvelles molécules qui créent des déséquilibres endocriniens, etc. Enfin, les changements climatiques pourraient causer une diminution du débit de l'ordre de 40 % au cours du XXI^e siècle dans le bassin des Grands Lacs et du fleuve Saint-Laurent (Mortsch et Quinn,

1996). Une telle diminution aurait un impact marqué sur les superficies disponibles pour la reproduction printanière et générerait des changements à plusieurs niveaux dans l'écosystème du Saint-Laurent (ex. Mingelbier *et al.*, 2001). Dans ce contexte de pression élevée exercée sur les populations de poissons, les effets de la régularisation méritent d'être pris en compte et réduits le plus possible.

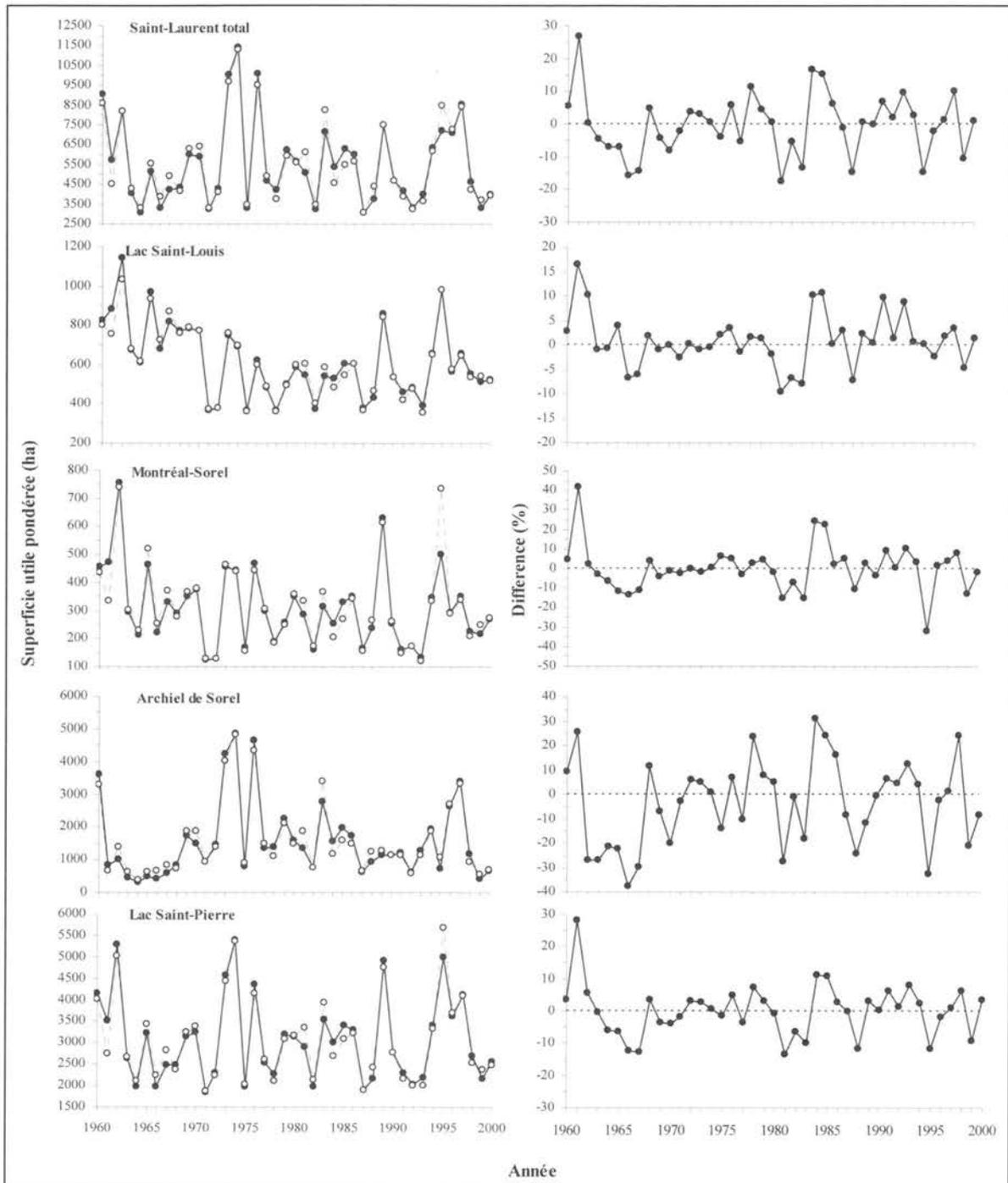


Figure 7. Superficies utiles pondérées observées chez la perchaude dans le Saint-Laurent, entre 1960 et 2000. Deux séries sont présentées : la série pré-projet (débit sans régularisation; trait pointillé) et la série 1958 DD (débit régularisé; trait plein). Une différence négative indique une valeur plus faible pour la série 1958-DD.

Conclusion

La présente étude indique que le débit a un impact positif global sur l'habitat disponible pour la reproduction du grand brochet et de la perchaude. Le débit influence à la fois la disponibilité des habitats au moment du dépôt des œufs et les pertes engendrées par une décrue trop hâtive. Ce résultat souligne l'importance de soutenir, autant que

possible, une crue printanière élevée et longue dans le Saint-Laurent (au moins 35-40 jours). Il ressort clairement que les quatre régions du Saint-Laurent réagissent différemment à la variation du débit, en fonction de la topographie locale, de la vitesse d'écoulement et de la température de l'eau à débit élevé, ainsi que de la superficie et de l'élévation des milieux humides dans la plaine d'inondation. C'est l'archipel de Sorel

(brochet et perchaude) et, dans une moindre mesure, le lac Saint-Pierre (brochet) qui apparaissent comme les régions les plus sensibles aux variations hydrologiques. La présente étude démontre aussi que les variations anthropiques du débit des Grands Lacs ont eu des effets négatifs sur la disponibilité des habitats de reproduction du brochet et de la perchaude depuis 1960, principalement dans la région la plus limitante de l'aire d'étude et au cours d'années de faible hydraulité naturelle (jusqu'à -30 % à -40 % dépendamment de l'espèce). Ces diminutions ont pu se répercuter sur l'abondance locale des deux espèces, principalement lors des années de faible hydraulité. Même si les effets de la régularisation à Cornwall semblent relativement faibles comparativement à ceux du climat, ils méritent d'être pris en compte et réduits le plus possible pour limiter les pressions de diverses natures qui agissent déjà de façon cumulée sur les populations de poissons.

Cette étude a servi à formuler des recommandations à la Commission mixte internationale qui révisé les critères de régularisation du système Grands Lacs – Saint-Laurent. Dans les futures études sur le sujet, il sera primordial de considérer la régularisation de la rivière des Outaouais afin de dresser un bilan plus complet des impacts de la gestion du débit du Saint-Laurent. La régularisation de l'Outaouais, qui est effective depuis 1912, a un impact majeur sur le débit du fleuve, qui dépasse largement celui des Grands Lacs (Morin et Bouchard, 2000). Enfin, sans la protection et la restauration des habitats riverains de la plaine d'inondation, trop souvent perdus au profit des intérêts agricoles et urbains, la modification de la gestion des débits n'aura aucun effet sur la santé de l'écosystème du Saint-Laurent. Ces habitats sont essentiels au maintien des populations de poissons de ce grand fleuve (Welcomme, 1979) et leur restauration doit être gérée en parallèle avec le même degré de priorité.

Remerciements

Nous remercions Réjean Dumas, Martin Léveillé, Yves Mailhot et Pierre Dumont pour leurs précieux commentaires ainsi qu'Olivier Champoux et Sylvain Martin pour leur aide technique. Ce projet a été financé par la Commission mixte internationale, la phase III du Plan d'action Saint-Laurent, le Plan conjoint des habitats de l'est et le ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec.

Références

- ARMELLIN, A., 2004. Importances des facteurs hydrologiques et climatiques dans la détermination des classes d'âge du Grand brochet (*Esox lucius* L.) du Saint-Laurent. Rapport produit pour la Commission mixte internationale par Environnement Canada – Région du Québec, Conservation de l'environnement, Centre Saint-Laurent. Rapport scientifique et technique. 47 p.
- BRODEUR, P., M. MINGELBIER et J. MORIN, 2004. Impact des variations hydrologiques sur les poissons des marais aménagés du Saint-Laurent fluvial. *Le Naturaliste Canadien*, 128(2): 66-77.
- CASSELMAN, J.M. and C.A. LEWIS, 1996. Habitat requirements of northern pike (*Esox lucius*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 53 (Suppl 1): 161-174.
- CHANUT, J.P., D. D'ASTOUS and M.I. EL-SABH, 1988. Modelling the natural and anthropogenic variations of the St. Lawrence water level. In *Natural and man-made hazards*. Edited by El-Sabh, M.I. & Murty, T.S. D. Reidel Publishing Company, pp. 377-394.
- DUMONT, P. and R. FORTIN, 1977. Effects of spring water levels on the reproduction of Upper Richelieu and Missisquoi Bay northern pike (*Esox lucius* L.). Université du Québec à Montréal, 105 p.
- GUÉNETTE, S., Y. MAILHOT, I. MCQUINN, P. LAMOUREUX et R. FORTIN, 1994. Paramètres biologiques, exploitation commerciale et modélisation de la population de perchaude (*Perca flavescens*) du lac Saint-Pierre. Ministère de l'Environnement et de la Faune, Université du Québec à Montréal, Québec, 110 p.
- LA VIOLETTE, N., D. FOURNIER, P. DUMONT et Y. MAILHOT, 2003. Caractérisation des communautés de poissons et développement d'un indice d'intégrité biotique pour le fleuve Saint-Laurent, 1995-1997. Société de la faune et des parcs du Québec, Direction de la recherche sur la faune, 237 p.
- LECLERC, J., 1984. Marquage et repérage télémétriques de 11 espèces de poisson du territoire central du projet Archipel entre octobre 1982 et août 1983. Synthèse des résultats. Collection Poissons 5. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la pêche, Montréal, 63 p.
- LECLERC, E., L. BERNATCHEZ, Y. MAILHOT, P. DUMONT, J. LECLERC, S. DESLOGES, R. DUMAS, D. BOURBEAU, D. DOLAN, P.-Y. COLLIN et G. TRENCIA, 2005. Caractérisation génétique des stocks de perchaude du fleuve Saint-Laurent. 9^e Atelier sur les pêches commerciales. 26-28 janvier 2005, Québec.
- MAILHOT, Y., 2001. Évaluation du taux annuel de mortalité totale des perchaudes du lac Saint-Pierre entre 1997 et 2000. Dans: Bernard M. et C. Groleau (éd.). *Compte rendu du sixième atelier sur les pêches commerciales*. Société de la Faune et des Parcs du Québec, Direction de la coordination opérationnelle. 7 p.
- Mingelbier, M., F. Lecomte and J.J. Dodson, 2001. Climate change and abundance cycles of two sympatric populations of smelt (*Osmerus mordax*) in the middle estuary of the St. Lawrence River, Canada. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 58: 2048-2058.
- MINGELBIER, M., P. BRODEUR et J. MORIN, 2005. Recommandations concernant les poissons et leurs habitats dans le Saint-Laurent fluvial et évaluation des critères de régularisation du système lac Ontario – Saint-Laurent. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec, Direction de la recherche sur la faune.
- MORIN, J. et A. BOUCHARD, 2000. Les bases de la modélisation du tronçon Montréal/Trois-Rivières. Rapport scientifique SMC-Hydrométrie RS-100. Environnement Canada, Sainte-Foy, 56 p.
- MORIN, J., O. CHAMPOUX, S. MARTIN et K. TURGEON, 2005. Modélisation intégrée de la réponse de l'écosystème dans le fleuve Saint-Laurent : Rapport final des activités entreprises dans le cadre du Plan d'étude sur la régularisation du lac Ontario et du fleuve Saint-Laurent. Rapport scientifique – RS-108, Environnement Canada, SMC-Hydrologie, Sainte-Foy, 139 p.
- MINNS, C.K., R.G. RANDALL, J.E. MOORE and V.W. CAIRNS, 1996. A model simulating the impact of habitat supply limits on northern pike, *Esox lucius*, in Hamilton Harbour, Lake Ontario. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 53 (Suppl. 1): 20-34.
- MORTSCH, L. and F.H. QUINN, 1996. Climate change scenarios for Great Lakes Basin ecosystem studies. *Limn. Oceanogr.*, 41: 903-911.
- STALNAKER, C.B., R.T. MILHOUS and K.D. BOVEE, 1989. Hydrology and hydraulics applied to fishery management in large rivers. *Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences*, 106: 13-30.
- VADAS, R.L. Jr. and D.J. ORTH, 2001. Formulation of habitat suitability models for stream fish guilds: do the standard methods work? *Trans. Am. Fish. Soc.*, 130: 217-235.
- WELCOMME, R.L. 1979. *Fisheries ecology of floodplain rivers*. Longman Inc. New York.

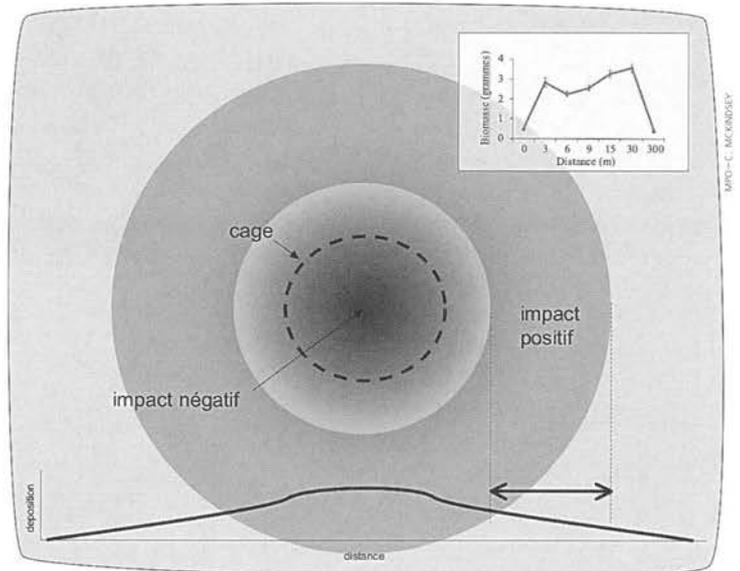
La mariculture peut-elle augmenter la productivité des écosystèmes ?

Par Chris McKindsey

Au Canada comme ailleurs, l'image publique de l'aquaculture est souvent négative (Stickney, 2003). Cette perception vient du fait que l'aquaculture, et tout particulièrement l'élevage de poissons carnivores en cage, produit généralement des rejets de matière organique qui se manifestent par de forts gradients centrés sur les sites aquacoles (Cromey *et al.*, 2000). En effet, les exploitations aquacoles, et surtout les sites d'élevage avec des cages en eau libre (sites piscicoles), ne sont pas des systèmes étanches. Ils laissent une proportion considérable des matières ajoutées pour l'engraissement des animaux élevés se répandre dans le milieu environnant (Schendel *et al.*, 2004). Cet ajout de matière organique dépasse la capacité d'assimilation du milieu, ce qui peut modifier la structure physique, chimique et biologique du fond. Selon une estimation récente (Brooks et Mahnken, 2003), environ 8,8 % de la matière organique labile qui est ajoutée dans l'environnement par les salmonicultures est évacuée des sites piscicoles sous la forme de nourriture ou de fèces.

Ces forts gradients organiques ne sont pas limités à la pisciculture en cage : de plus en plus, il apparaît que la culture des bivalves (la conchyliculture) peut aussi avoir une influence considérable sur le milieu benthique (Kaiser *et al.*, 1998). Les bivalves élevés en suspension se nourrissent des débris, du phytoplancton et du zooplancton présents dans la colonne d'eau, retenant une partie de ce qu'ils filtrent pour leur propre croissance et rejetant la fraction restante sous forme consolidée, à l'état de fèces ou de pseudofèces qui coulent relativement vite vers le fond, ce qui peut accroître l'accumulation de matière organique à proximité du site. Pour ces deux types d'aquaculture, l'empreinte ou la superficie de l'impact est fonction de nombreux facteurs, dont la taille et l'âge du site de culture, les espèces cultivées, l'hydrodynamisme local et les conditions benthiques naturelles (Black, 2001).

À ce jour, les recherches concernant les effets environnementaux de l'aquaculture ont porté essentiellement sur les processus benthiques et leurs rapports avec la hausse des dépôts de matière organique (Carroll *et al.*, 2003). Malgré les données qui mettent en évidence l'influence potentielle des sites aquacoles sur l'endofaune benthique (c.-à-d. les invertébrés des sédiments du fond), par exemple, une modification de la structure des communautés, on s'est peu interrogé sur les questions de productivité de cette faune. De même, on note peu de travaux sur les interactions entre l'élevage



Déposition hypothétique de la matière organique sur le fond marin en fonction de la distance d'une cage à poissons. Les cercles indiquent les impacts négatifs et positifs potentiels de la déposition de matières organiques sur le fond marin. Le graphique en médaillon illustre l'augmentation de la biomasse des espèces benthiques à une distance intermédiaire d'un site mytilicole (données de M. Callier).

des bivalves et l'abondance et la productivité des gros invertébrés benthiques, comme les crabes et le homard, ainsi que des poissons (Munday *et al.*, 1994). Ces interactions sont rarement abordées (voir toutefois Davenport *et al.*, 2003); en outre, quand elles le sont, on ne considère souvent que les effets négatifs (voir par exemple Gibbs, 2004). La présente étude vise à souligner certains des effets positifs potentiels de l'aquaculture sur l'environnement.

L'influence des sites aquacoles sur l'abondance des poissons sauvages

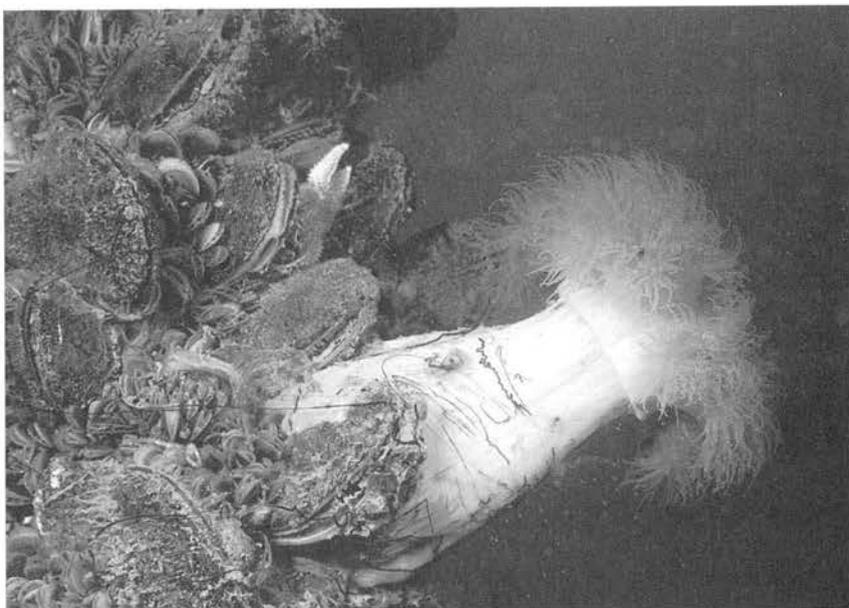
De nombreux rapports scientifiques révèlent que l'abondance des poissons et des macroinvertébrés est plus élevée à l'emplacement ou à proximité immédiate des récifs artificiels (structures installées délibérément sur le fond de la mer) (Jensen, 2002) et des structures installées dans la colonne d'eau ou à la surface de l'eau (Castro *et al.*, 2002),

Chris McKindsey est chercheur en écologie benthique à l'Institut Maurice-Lamontagne (Pêches et Océans Canada).

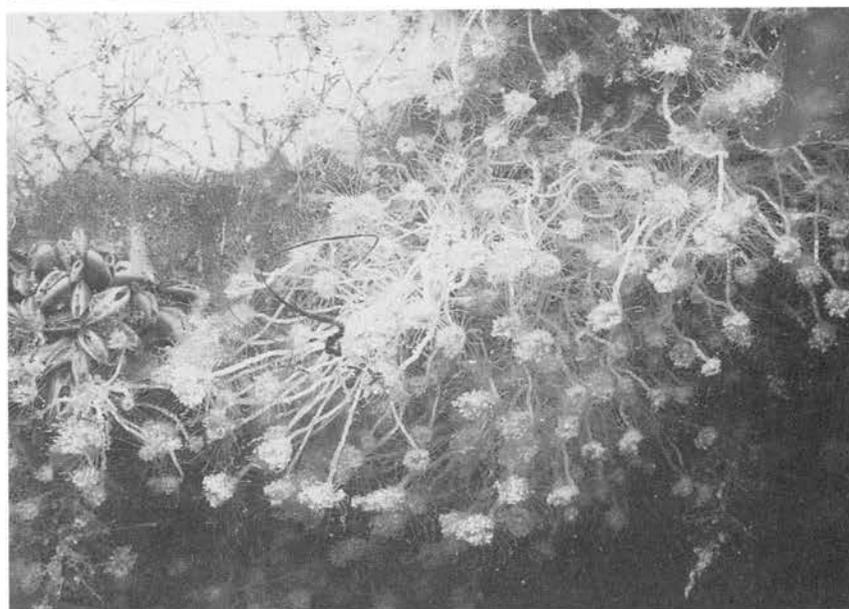
relativement aux zones plus éloignées. Les sites aquacoles pourraient avoir des effets analogues à ceux de ces structures (Costa-Pierce et Bridger, 2002).

La présence des sites aquacoles peut influencer la distribution spatio-temporelle et l'alimentation des poissons qui vivent dans une zone donnée (Dempster *et al.*, 2002). Toute une série de mécanismes peuvent entrer en jeu : la structure physique crée des possibilités à la fois d'alimentation et d'abri pour différentes espèces, soit directement, soit indirectement par l'intermédiaire des espèces colonisatrices (Shumway *et al.*). En ce qui concerne la pisciculture en cage et la conchyliculture en suspension, l'accumulation de biodépôts sous des sites aquacoles peut aussi constituer une source de nourriture pour diverses espèces détritivores. En voici quelques exemples :

- Carss (1990) a observé une augmentation du nombre de goberges (*Pollachius virens*) autour des sites d'élevage de truites arc-en-ciel (*Oncorhynchus mykiss*) dans les lochs d'Écosse;
- Bjordal et Skar (1992) ont observé un nombre plus élevé de goberges (*Pollachius virens*), qui restaient plus longtemps sur place (des mois), autour d'une pisciculture norvégienne;
- au cours d'une vaste étude portant sur neuf sites piscicoles de la côte sud-ouest de l'Espagne, Dempster *et al.* (2002) ont constaté de façon régulière une hausse de l'abondance, de la biomasse et de la richesse spécifique des communautés ichthyennes dans les zones adjacentes aux sites aquacoles par rapport aux zones témoins;
- des travaux menés dans la baie de Fundy ont montré que l'abondance du homard (*Homarus americanus*) augmente dans les eaux situées sous les élevages de saumon atlantique (*Salmo salar*) et aux environs (Lawton, 2002);
- selon Tenore *et al.* (1982), la mytiliculture intensive pratiquée dans la Ria de Arosa, en Espagne, accroîtrait la production de poissons dans cette zone, mais les auteurs ne donnent aucune preuve directe à l'appui de cette assertion;
- d'autres travaux réalisés dans la même région ont mis en évidence une hausse de l'abondance de plusieurs espèces de poissons dans des zones de mytiliculture (Chesney et Iglesias) et montré que l'alimentation de nombreuses espèces de poissons (Lopez-Jamar *et al.*, 1984; Fernandez *et al.*, 1995) et de crabes (Freire *et al.*, 1990; Freire et Gonzalez-Gurriaran, 1995) se composait en bonne partie de



Anémone établie sur un boudin de moules, dans un site de mytiliculture à Carleton



Hydrozoaire établi sur un boudin de moules, dans un site de mytiliculture à Carleton.

l'épifaune des filières d'élevage des moules. Cette observation concorde avec celle de Nelson (2003), selon laquelle les poissons sont beaucoup plus attirés par les structures couvertes de salissures que par les dispositifs propres;

- selon des études réalisées récemment en mer Égée sur une série de sites piscicoles (Machias *et al.*, 2005), l'abondance des poissons sauvages pourrait être plus élevée même à une distance considérable des sites (3 à 5 km) relativement aux sites témoins distants de > 32 km;
- des observations préliminaires faites aux Îles-de-la-Madeleine (observations personnelles) au Québec, et à l'Île-du-Prince-Édouard (O. D'Amour, communication per-

sonnelle) montrent aussi une hausse de l'abondance de poissons benthiques, de crabes et de homards aux sites mytilicoles par rapport aux sites témoins.

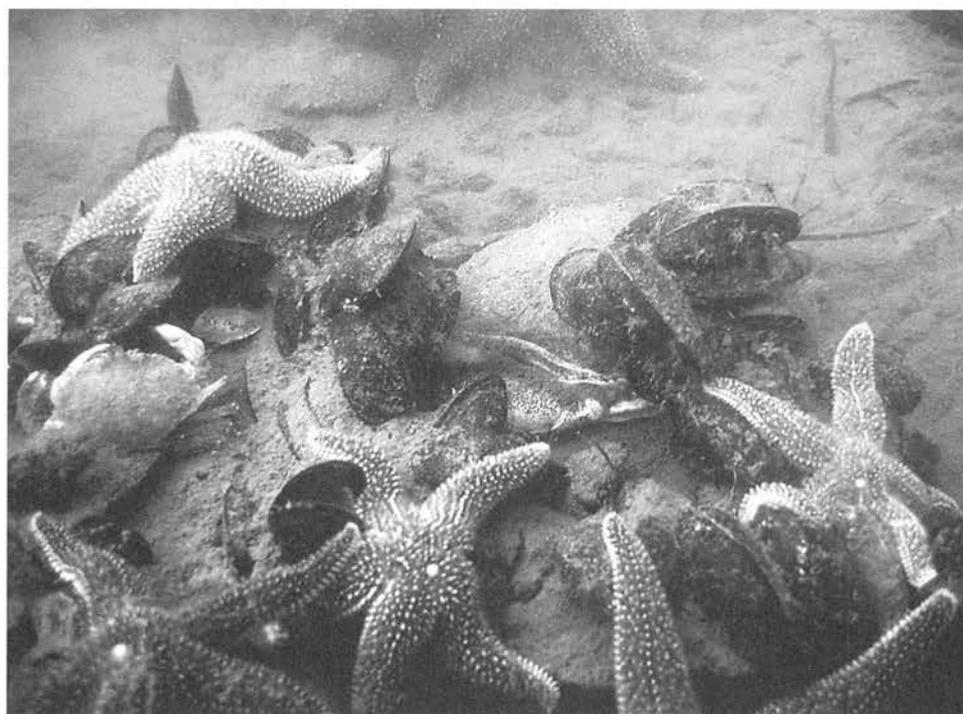
Dans quelle mesure cette hausse de l'abondance des poissons et des macroinvertébrés benthiques se traduit-elle par une augmentation de la productivité? La question reste à étudier.

Augmentation de la productivité ou simple concentration?

Un récif artificiel fait-il réellement augmenter la productivité des poissons ou sert-il simplement à les rassembler? La question est au cœur du débat sur les récifs artificiels (Pickering et Whitmarsh, 1997; Bortone, 1998; Powers *et al.*, 2003). Malheureusement, les études menées jusqu'à maintenant ont été dans l'ensemble de nature descriptive (Baine, 2001; Jensen, 2002; Seaman, 2002), et nous manquons de données scientifiques rigoureuses pour confirmer si les récifs artificiels ont un effet net positif ou négatif sur les écosystèmes marins (Grossman *et al.*, 1997). Par exemple, dans l'une des rares études portant directement sur la question de la concentration et de la productivité, Polovina et Saki (1989) ont examiné les données à long terme concernant une pêcherie de poulpe et de poissons plats au Japon et ont conclu que les récifs artificiels augmentaient la productivité du poulpe, mais ne servaient qu'à concentrer les poissons. Toutefois, en ce qui concerne les espèces exploitées, comme celles de l'étude de Polovina et Saki (1989), l'idée que l'habitat benthique est limitant semble peu crédible si l'effort de pêche a déjà réduit les stocks à un niveau inférieur à la capacité de support du milieu (Grossman *et al.*, 1997; Powers *et al.*, 2003). Une hausse de la « productivité » peut donc être simplement une concentration d'habitat favorable, dont la somme pourrait se retrouver ailleurs dans l'écosystème. Dans ce contexte, la seule façon de confirmer qu'un récif artificiel ou un site aquacole augmente réellement la productivité des poissons et des autres assemblages vivants consiste à montrer que leur survie et leur croissance sont plus élevées sur le récif ou site aquacole que dans l'habitat naturel où on les trouve (Carr et Hixon, 1997). Ce constat est toutefois extrêmement difficile à faire dans des conditions expérimentales, puisque l'on en sait très peu sur l'histoire naturelle d'un bon nombre de ces espèces et sur leurs variations naturelles dans l'environnement (Pondella *et al.*, 2002).

Le cas de la mytiliculture aux Îles-de-la-Madeleine

Selon diverses indications, la hausse de l'abondance de plusieurs espèces aux sites mytilicoles des Îles-de-la-Madeleine pourrait effectivement s'accompagner d'une augmentation de la productivité de ces espèces par un effet complexe de cascade qu'aurait l'aquaculture sur le milieu environnant. La plie rouge (*Pseudopleuronectes americanus*) est l'une des espèces de poissons dominantes dans les lagunes des Îles-de-la-Madeleine, et son abondance semble avoir augmenté dans les sites mytilicoles. Cette espèce est particulièrement sensible à la prédation par la crevette de sable (*Crangon septemspinosa*), qui est présente sur pratiquement tout le littoral du nord-est canadien, y compris aux Îles-de-la-Madeleine, et cette vulnérabilité est dépendante de la taille (Taylor, 2003). Donc, plus les plies grandissent vite pour atteindre la taille à laquelle elles sont à l'abri de la prédation, plus elles contribuent à la productivité globale. Les plies rouges changent de diète à chaque stade ontogénétique, les tailles les plus petites dépendant principalement des petits vers (Stehlik et Meise, 2000), qui dominent souvent sous les installations mytilicoles à cause de la charge de nutriments accrue (Mattsson et Lindén, 1983). C'est aussi le cas aux Îles-de-la-Madeleine (M. Callier, observations personnelles). Nous avons observé que seules les plies rouges des plus petites classes de taille sont plus abondantes sous les filières de moules, ce qui appuie l'idée que la mytiliculture accroît la productivité de cette espèce. Les homards ainsi que les crabes



Étoiles de mer installées sur des moules tombées des boudins, sous un site de mytiliculture aux îles de la Madeleine.

communs (*Cancer irroratus*) se nourrissent de façon opportuniste d'une gamme d'invertébrés benthiques, notamment des moules tombées des boudins qui servent aussi de nourriture à ces derniers (Sainte-Marie et Chabot, 2002). Selon les observations que nous avons faites aux Îles-de-la-Madeleine et ailleurs, on trouve souvent des moules en abondance sur le fond des installations mytilicoles. Toutes ces indications permettent de penser que la croissance et la productivité des homards et des crabes augmentent à proximité des sites mytilicoles.

Il faut également tenir compte de la production d'épibiontes (p. ex. les crabes ou les étoiles de mer) sur les boudins et autres structures mytilicoles si l'on veut déterminer la productivité totale associée à ce type d'aquaculture. La biomasse des épibiontes peut être considérable (Carbines, 1993; Kilpatrick, 2002; voir la revue dans LeBlanc *et al.*, 2002) et contribuer de façon importante à la productivité totale d'un site. Par exemple, des travaux menés récemment par Inglis et Gust (2003) indiquent que la présence de sites mytilicoles en Nouvelle-Zélande pourrait accroître non seulement l'abondance, mais aussi la productivité des étoiles de mer.

Le cas des sites piscicoles

En ce qui concerne les sites piscicoles, nous avons de bonnes raisons de penser que ces installations peuvent elles aussi accroître la productivité du milieu environnant. Comme on l'a vu plus haut, la plupart des études menées jusqu'à présent sur les sites piscicoles ne considéraient que les effets à proximité des sites (c.-à-d. sous les sites ou dans leurs environs immédiats) et les effets sur l'endofaune (les invertébrés présents dans les sédiments du fond). On connaît peu l'influence globale des sites piscicoles sur l'écosystème environnant; elle pourrait être positive puisque les sous-produits qui en émanent peuvent stimuler la productivité à une certaine distance des sites. Dans le milieu marin, la productivité est parfois limitée par la faible quantité de nutriments ou les ressources alimentaires. Par exemple, un projet en cours dans la baie de Fundy (dirigé par Thierry Chopin de l'Université du Nouveau-Brunswick, campus de Saint-Jean, et Shawn Robinson à la Station biologique de St. Andrews, du ministère des Pêches et des Océans) a montré que la croissance des moules et des algues brunes situées à une certaine distance d'un parc de salmoniculture augmente grâce à l'apport des matières particulières et dissoutes provenant d'un site piscicole.

De tels constats jettent les bases de la recherche dans un nouveau domaine : la polyculture, c'est-à-dire de l'élevage simultané de plusieurs espèces en vue de limiter l'influence de l'aquaculture sur l'environnement, tout en accroissant la production récoltable des sites aquacoles. Des effets comparables peuvent également se manifester chez la faune endémique des abords des piscicultures, du fait que de nombreuses espèces peuvent assimiler de façon très efficace les aliments donnés aux saumons (Kelly, 2002) et les fèces des poissons (Wotton et Malmqvist, 2001; Honda et Kiku-

chi, 2002). Ainsi, à l'échelle d'un écosystème ou d'un site, les hausses de productivité à distance peuvent dépasser les pertes de productivité attribuables aux effets à proximité.

Vers un modèle plus complexe (et plus complet) d'évaluation des impacts

Pour résumer, les interactions entre l'aquaculture et l'environnement sont loin d'être simples. Jusqu'à présent, la plupart des études ont examiné ces interactions à proximité des sites aquacoles – mais seulement certaines d'entre elles. Les recherches en cours vont permettre d'aborder des questions touchant les interactions au niveau de l'écosystème. Des études menées actuellement par le MPO (Mont-Joli, Québec) et par le Centre de recherche sur les mollusques du Collège universitaire Malaspina (Nanaimo, Colombie-Britannique) portent sur les relations entre la conchyliculture et la productivité de l'écosystème. Des travaux futurs examineront les interactions entre les sites piscicoles et la productivité de l'écosystème sur les côtes Est et Ouest du Canada. Des recherches semblables sont déjà menées dans la région des lacs expérimentaux du Canada par le MPO (Winnipeg, Manitoba) et par divers collaborateurs du monde universitaire. ◀

Références

- BAINÉ, M., (2001). Artificial reefs: a review of their design, application, management and performance. *Ocean Coast Manage.*, 44:241-259.
- BJORDAL, Å. and A.B. SKAR, (1992). Tagging of saithe (*Pollachius virens* L.) at a Norwegian fish farm: preliminary results on migration. *ICES Council Meet Pap.*:1992/G:35.
- BLACK, K.D., (2001). *Environmental Impacts Of Aquaculture*. CRC Press, Boca Raton.
- BORTONE, S.A., (1998). Resolving the attraction-production dilemma in artificial reef research: some yeas and nays. *Fisheries*, 23:6-10.
- BROOKS, K.M. and C.V. MAHNKEN, (2003). Interactions of Atlantic salmon in the Pacific northwest environment II. Organic wastes. *Fish Res* 62:255-293.
- CARBINES, G.D., (1993). The ecology and early life history of *Notolabrus celidotus* (Pisces: Labridae) around mussel farms in the Marlborough Sounds. MSc thesis, University of Canterbury, Canterbury, NZ, pp 134.
- CARR, M.H. and M.A. HIXON, (1997). Artificial reefs: the importance of comparisons with natural reefs. *Fisheries*, 22 (4):28-33.
- CARROLL, M.L., S. COCHRANE, R. FIELER, R. VELVIN and P. WHITE, (2003). Organic enrichment of sediments from salmon farming in Norway: environmental factors, management practices, and monitoring techniques. *Aquaculture*, 226:165-180.
- CARSS, D.N., (1990). Concentrations of wild and escaped fishes immediately adjacent to fish farm cages. *Aquaculture*, 90:29-40.
- CASTRO, J.J., J.A. SANTIAGO and A.T. SANTANA-ORTEGA, (2002). A general theory on fish aggregation to floating objects: an alternative to the meeting point hypothesis. *Rev Fish Biol Fisheries*, 11:255-277.
- CHESNEY, E.J. Jr. and J. IGLESIAS, (1979). Seasonal distribution, abundance and diversity of demersal fishes in the inner Ría de Arosa, northwest Spain. *Estuar Coast Mar Sci.*, 8:227-239.
- COSTA-PIERCE, B.A. and C.J. BRIDGER, (2002). The role of marine aquaculture facilities as habitats and ecosystems. In: Stickney RR, McVey JP (eds) *Responsible Marine Aquaculture*. CABI Publishing, Wallingford, pp 105-144.

- CROMEY, C.J., T.D. NICKELL and K.D. BLACK, (2000). DEPOMOD – Software for predicting deposition of wastes arising from fish farms, pp 10.
- DAVENPORT, J., K. BLACK, G. BURNELL, T. CROSS, S. CULLOTY, S. EKARANTE, B. FURNESS, M. MULCAHY and H. THETMEYER, (2003). Aquaculture: The Ecological Issues. Blackwell Publishing, Oxford.
- DEMPSTER, T., P. SANCHEZ-JEREZ, J.T. BAYLE-SEMPERE, F. GIMÉNEZ-CASALDUERO and C. VALLE, (2002). Attraction of wild fish to sea-cage fish farms in the south-western Mediterranean Sea: spatial and short-term temporal variability. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 242:237-252.
- FERNANDEZ, L., J.L. FREIREM, and E. GONZALEZ-GURRIARAN, (1995). Diel feeding activity of demersal fishes in the Ria de Arousa (Galicia, NW Spain): An area of intense mussel raft culture. *Cah. Biol. Mar.*, 36:141-151.
- FREIRE, J., L. FERNANDEZ and E. GONZALEZ-GURRIARAN, (1990). Influence of mussel raft culture on the diet of *Liocarcinus arcuatus* (Leach) (Brachyura: Portunidae) in the Ria de Arosa (Galicia, NW Spain). *J. Shellfish Res.*, 9:45-57.
- FREIRE, J. and E. GONZALEZ-GURRIARAN, (1995). Feeding ecology of the velvet swimming crab *Necora puber* in mussel raft areas of the Ria de Arousa (Galicia, NW Spain). *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 119:139-154.
- GIBBS, M.T., (2004). Interactions between bivalve shellfish farms and fishery resources. *Aquaculture*, 240:267-296.
- GROSSMAN, G.D., G.P. JONES, and W.J. SEAMAN Jr., (1997). Do artificial reefs increase regional fish production? a review of existing data. *Fisheries*, 22:17-23.
- HONDA, H. and K. Kikuchi, (2002). Nitrogen budget of polychaete *Perinereis nuntia vallata* fed on the feces of Japanese flounder. *Fish. Sci.*, 68:1304-1308.
- INGLIS, G.J. and N. GUST, (2003). Potential indirect effects of shellfish culture on the reproductive success of benthic predators. *J. Appl. Ecol.*, 40:1077-1089.
- JENSEN, A., (2002). Artificial reefs in Europe: perspective and future. *ICES J. Mar. Sci.*, 59:S3-S13.
- KAISER, M.J., I. LAING, S.D. UTTING and G.M. BURNELL, (1998). Environmental impacts of bivalve mariculture. *J. Shellfish Res.*, 17:59-66.
- KELLY, M.S., (2002) Survivorship and growth rates of hatchery-reared sea urchins. *Aquacult. Int.* 10:309-316.
- KILPATRICK, B.D., (2002). Assessing habitat value of modified rack and bag aquaculture gear in comparison with submerged aquatic vegetation and a non-vegetated seabed. MSc thesis, University of Rhode Island, pp 157 + xii.
- LAWTON, P., (2002). Prior evaluation of sensitive lobster fishery habitat in relation to salmon aquaculture and new monitoring approaches. In: Hargrave BT (ed) Environmental Studies for Sustainable Aquaculture (ESSA): 2002 Workshop Report. Canadian Technical Report of the Fisheries and Aquatic Sciences #2411, pp 10-15
- LEBLANC, A.R., T. LANDRY and G. MIRON, (2002). Fouling organisms in a mussel cultivation bay: their effect on nutrient uptake and release. *Can. Tech. Rep. Fish Aquat. Sci.* #2431:vii+16p.
- LOPEZ-JAMAR, E., J. IGLESIAS and J.J. OTERO, (1984). Contribution of infauna and mussel-raft epifauna to demersal fish diets. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 15:13-18.
- MACHIAS, A., I. KARAKASSIS, M. GIANNOULAKI, K.N. PAPADOPOULOU, C.J. SMITH and S. SOMARAKIS, (2005). Response of demersal fish communities to the presence of fish farms. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 288:241-250.
- MATTSSON, J. and O. LINDÉN, (1983). Benthic macrofauna succession under mussels, *Mytilus edulis* L. (Bivalvia), cultured on hanging long-lines. *Sarsia*, 68:97-102.
- MUNDAY, B., M. ELEFTHERIIOU, M. KENTOURI and P. DIVANACH, (1994). Quantitative statistical analysis of the literature concerning the interaction of the environment and aquaculture – identification of gaps and lacks. *J. Appl. Ichthyol.*, 10:319-325.
- NELSON, P.A., (2003). Marine fish assemblages associated with fish aggregating devices (FADs): effects of fish removal, FAD size, fouling communities, and prior recruits. *Fish. Bull.*, 101:835-850.
- PICKERING, H. and D. WHITMARSH, (1997). Artificial reefs and fisheries exploitation: a review of the 'attraction versus production' debate, the influence of design and its significance for policy. *Fish. Res.*, 31:39-59.
- POLOVINA, J.J. and I. SAKAI, (1989). Impacts of artificial reefs on fishery production in Shimamaki, Japan. *Bull. Mar. Sci.*, 44:997-1003.
- PONDELLA, D.J. II., J.S. STEPHENS Jr. and M.T. CRAIG, (2002). Fish production of a temperate artificial reef based on the density of embiotocids (Teleostei: Perciformes). *ICES J. Mar. Sci.*, 59:S88-S93.
- POWERS, S.P., J.H. GRABOWSKI, C.H. PETERSON and W.J. LINDBERG, (2003). Estimating enhancement of fish production by offshore artificial reefs: uncertainty exhibited by divergent scenarios. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 264:265-277.
- SAINTE-MARIE, B. and D. CHABOT, (2002). Ontogenetic shifts in natural diet during benthic stages of American lobster (*Homarus americanus*), off the Magdalen Islands. *Fish. Bull.*, 100:106-116.
- SCHENDEL, E.K., S.E. NORDSTROM and L.M. LAVKULICH, (2004). Floc and sediment properties and their environmental distribution from a marine fish farm. *Aquac. Research.*, 35:483-493.
- SEAMAN, W. Jr., (2002). Unifying trends and opportunities in global artificial reef research, including evaluation. *ICES J. Mar. Sci.*, 59:S14-S16.
- SHUMWAY, S.E., C. DAVIS, R. DOWNEY, R. KARNEY, J. KRAEUTER, J. PARSONS, R. RHEAULT and G. WIKFORS, (2003). Shellfish aquaculture - in praise of sustainable economies and environments. *World Aquacult.*, 34:15-18.
- STEHLIK, L.L. and C.J. MEISE, (2000). Diet of winter flounder in a New Jersey estuary: ontogenetic change and spatial variation. *Estuaries*, 23:381-391.
- STICKNEY, R.R., (2003). How did we get into this mess? Junk science vs. real science. *World Aquacult.*, 34:4-7,71.
- TAYLOR, D.L., (2003). Size-dependent predation on post-settlement winter flounder *Pseudopleuronectes americanus* by sand shrimp *Crangon septemspinosa*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 263:197-215.
- TENORE, K.R., L.F. BOYER, R.M. CAL, J. CORRAL, C. GARCIA-FERNANDEZ, N. GONZALEZ, E. GONZALEZ-GURRIARAN, R.B. HANSON, J. IGLESIAS, M. KROM, E. LOPEZ-JAMAR, J. MCCLAIN, M.M. PAMATMAT, A. PEREZ, D.C. RHOADS, G. DE SANTIAGO, J. TIETJEN, J. WESTRICH and H.L. WINDOM, (1982). Coastal upwelling in the Rias Bajas, NW Spain: Contrasting the benthic regimes of the Rias de Arosa and de Muros. *J. Mar. Res.*, 40:701-772.
- WOTTON, R.S. and B. MALMQVIST, (2001). Feces in aquatic ecosystems. *Bio-science*, 51:537-544.

créativité | efficacité

siamois
graphisme

Graphisme corporatif, d'édition et publicitaire.

Une touche qui saura vous plaire.

6780, 1^{ère} avenue, bureau 260, Charlesbourg (Québec) G1H 2W8
Tél. : (418) 527-9090 • Téléc. : (418) 527-9091 • Courriel : siamois@bellnet.ca

Filets fantômes: la pêche a été bonne !

Karina Laberge

L'automne dernier, entre Chevery et Blanc-Sablon, une pêche hors de l'ordinaire a eu lieu. Dans leurs bateaux équipés de gréements bien particuliers, des pêcheurs du Regroupement des associations de pêcheurs de la Basse-Côte-Nord (RAPBCN), en collaboration avec les pêcheurs polyvalents de Vieux-Fort à Blanc-Sablon, ont procédé à la récupération d'engins de pêches perdus, dans une lutte hors de l'ordinaire contre la pêche fantôme.

Pêche fantôme

La pêche fantôme est la pêche réalisée par des engins de pêche perdus en mer et qui continuent de pêcher sans jamais être récoltés. Les poissons qui se prennent dans les filets finissent par mourir et se décomposer laissant toujours la place pour que d'autres poissons viennent s'y prendre. Pour ce qui est des casiers, les crabes morts dans les casiers attirent d'autres crabes à l'intérieur (phénomène d'auto-appâtage). Cette source de mortalité fait partie des mortalités non comptabilisées dont doivent tenir compte les biologistes lors de l'évaluation des stocks.

Le projet de récupération d'engins de pêche visait à mieux connaître les caractéristiques et l'importance des pêches fantômes et à diminuer l'impact de ces pêches sur les ressources marines, particulièrement la morue et le crabe des neiges. Un deuxième volet du projet consistait à nettoyer les sites aquacoles abandonnés. Financé par le bureau régional de la Côte-Nord de Développement économique Canada (DEC) dans le cadre des Mesures d'adaptation des collectivités de pêche du Québec, le projet, parrainé par le RAPBCN, a été une belle occasion de collaboration entre l'industrie et le gouvernement (DEC et Pêches et Océans Canada).

La pêche aux filets

Après avoir reçu une formation sur le protocole scientifique et identifié les secteurs les plus propices aux engins perdus (lieux de pêche historique, information sur les pertes d'engins, etc.), une trentaine de pêcheurs se sont donc retrouvés... à la pêche au filet! Pour chaque engin de pêche retrouvé, l'équipage devait noter le type d'engin et s'il était, ou non, en situation de pêche. Afin de mieux quantifier l'impact des engins sur la ressource marine, ils devaient ensuite identifier toutes les espèces capturées et les classer selon leur état (vivantes, mortes mais en bon état ou en décomposition). Enfin, le nombre d'individus et le poids total des captures étaient consignés avant de remettre le tout à la mer. Les données recueillies ont été transmises aux scientifiques de Pêches et Océans Canada concernés par les espèces échantillonnées.

Malgré la quantité appréciable de filets maillants retrouvés, il semble que les casiers de crabes soient de plus grands pêcheurs fantômes. Tous les casiers récupérés contenaient du crabe. Cette situation s'explique par le phénomène



Ces deux pêcheurs viennent de remonter un filet maillant abandonné dans le secteur est de la Basse-Côte-Nord.

d'auto-appâtage (voir l'encadré) et par le fait que ce type d'engins ne se dégrade pratiquement pas et reste toujours en position propice pour la pêche.

Très peu de filets maillants pêchaient toujours. Ceci peut s'expliquer par le fait que les recherches ont principalement été menées près des côtes, à moins de 30 m de profondeur, et que ces secteurs sont habituellement plus destructeurs (courants, vagues de tempête, glaces) pour les engins flottants. En raison de la saison tardive des travaux, les conditions météorologiques ne permettaient pas d'aller récupérer des engins dans les secteurs plus profonds. Il semble toutefois que les fonds à turbot, plus profonds, soient plus propices à ce que les filets perdus restent en situation de pêche plus longtemps.

Les engins de pêche retrouvés qui étaient toujours en bon état ont été rendus à leurs propriétaires ou répartis entre les membres des associations de pêcheurs participantes.

Sites aquacoles

La récupération sur les sites aquacoles a aussi été très fructueuse. La grande majorité des infrastructures a été récupérée, ce qui a permis d'éliminer des dangers potentiels pour la faune aquatique. Les infrastructures présentes continuaient de capturer des naissains de pétoncle, éliminant les chances de coloniser des endroits plus propices à la croissance et causant la mort de poissons faits prisonniers des structures détériorées.

Les interventions ont également permis de réduire les dangers à la navigation. Les structures flottant entre deux eaux peuvent causer des dommages importants aux embarcations. Le nettoyage permet un nouvel accès à des secteurs traditionnellement fréquentés par des pêcheurs de pétoncles et limitera les risques que des structures dérivent vers des voies navigables importantes. ◀

Karina Laberge est conseillère en communication à l'Institut Maurice-Lamontagne (Pêches et Océans Canada).

Sels de voirie: une utilisation nécessaire, mais lourde de conséquences

Patrick Charbonneau

Introduction

Plusieurs sels et abrasifs sont utilisés comme agents déglaçants pour faire fondre la neige et la glace et créer une surface adhérente pour les pneus. Les sels les plus communs sont : le chlorure de sodium (NaCl), le chlorure de calcium (CaCl_2), le chlorure de magnésium (MgCl_2) et le chlorure de potassium (KCl); les plus utilisés étant le NaCl et le CaCl_2 (Environnement Canada [EC] et Santé Canada [SC], 2001). Pour les abrasifs, on se sert du sable, du gravier et de la litière. Ces abrasifs sont utilisés sur la glace lorsque les sels de déglçage sont inefficaces. La température optimale d'activité des agents de déglçage varie d'un médium à l'autre (tableau 1).

En général, le NaCl est appliqué lorsque la température varie entre 0 et $-10\text{ }^\circ\text{C}$. Toutefois, il continue à être efficace jusqu'à $-21\text{ }^\circ\text{C}$, quoique son action soit moins rapide (Salt Institute [SI], 2004). Pour des températures inférieures à $-10\text{ }^\circ\text{C}$, une alternative consiste à utiliser du CaCl_2 ou du MgCl_2 mélangé avec du NaCl . Ces mélanges peuvent agir jusqu'à $-35\text{ }^\circ\text{C}$ (SI, 2004). Cependant, ces derniers sont beaucoup plus dispendieux (tableau 1) et augmentent les coûts d'entretien routier. Depuis 2003, un nouveau mélange est mis à l'essai à Victoriaville; il s'agit d'un sel mélangé à de la mélasse.

Au Québec, vers la fin des années 1980, le ministère des Transports du Québec (MTQ) épandait annuellement entre 500 000 et 700 000 t de sels déglçants, dans une proportion de 97,5 % de NaCl et de 2,5 % de CaCl_2 (Gélinas et Locat, 1988). Ces quantités équivalent à 47 % du tonnage annuel extrait à la mine de sel des Îles-de-la-Madeleine soit, environ 1,5 million de tonnes; ce sel est destiné au déglçage des routes (ZIP des Îles-de-la-Madeleine, 2005).

Au cours de l'hiver 1997-1998, 4 749 847 t de sels ont été utilisés pour le déglçage des routes au Canada (tableau 2). Le MTQ est le ministère qui a épandu la plus grande quantité de sels, soit 609 550 t. Les municipalités québécoises en ont fait usage d'une plus grande quantité au cours du même hiver; à elles seules, les villes de Montréal et de Québec en ont utilisé respectivement 60 000 et 35 000 t (EC et SC, 2001).

Au cours des années 1990, une prise de conscience est survenue quant aux quantités importantes de sels de voirie utilisées sur l'ensemble du territoire canadien. En 1995, une évaluation scientifique des sels de voirie (sels de chlorure,



Entretien hivernal des routes à l'aide d'un camion épandeur

saumures et additifs à base de ferrocyanure²) a été réalisée par le gouvernement fédéral. En 2001, le gouvernement fédéral publiait les résultats de cette évaluation, statuait sur la toxicité des sels de voirie et concluait comme suit :

Sur la base de l'évaluation critique des données pertinentes, les sels de voirie qui contiennent des sels inorganiques de chlorure avec ou sans sels de ferrocyanures sont considérés toxiques au sens de l'article 64 de la *Loi canadienne sur la protection de l'environnement* (LCPE) 1999 (EC et SC, 2001).

Cette conclusion a conduit le gouvernement canadien à inscrire les sels de voirie à l'annexe 1 de la LCPE, et ce, dès 2002.

Impacts sur le milieu naturel

Plusieurs chercheurs se sont penchés sur les effets des sels de voirie sur l'environnement. Les effets sont bien documentés et la littérature scientifique sur le sujet est abondante; les sels de voirie affectent les eaux de surface et souterraines, le sol, la flore et la faune (figure 1), sans compter les impacts socio-économiques (infrastructures, corrosion des voitures, paysage, etc.) qui ne sont pas traités dans le présent article.

Patrick Charbonneau est biologiste chez Dessau-Soprin inc., Service de l'environnement et des infrastructures. Il détient une maîtrise professionnelle en sciences de l'eau et environnement et une maîtrise de recherche en écotoxicologie, toutes deux de l'INRS-Eau, Terre et Environnement.

Le texte qui suit décrit de manière succincte les différents effets des sels de voirie sur le milieu naturel. Le lecteur intéressé par le sujet est fortement encouragé à consulter le document rédigé conjointement par Environnement Canada et Santé Canada (EC et SC, 2001). On y trouve une description exhaustive de tous les effets des sels de voirie répertoriés dans la documentation scientifique (figure 1).

Eau de surface

La salinité naturelle des eaux de surface provient du contact de l'eau de ruissellement avec les roches se trouvant dans les bassins versants, des précipitations atmosphériques

et de l'équilibre entre l'évaporation et les précipitations (Jones *et al.*, 1986). Certains chercheurs ont établi une corrélation entre l'épandage des sels déglaçants et les fortes concentrations de chlorure dans les eaux de surface (Demers et Sage, 1990). Ainsi, l'eau qui ruisselle sur les routes transporte les sels en solution et les déverse dans les cours d'eau et les lacs (Jones *et al.*, 1986). Les plans d'eau les plus sensibles aux rejets de sels de voirie sont les milieux à faible dilution tels que les petits lacs, les étangs urbains à long temps de séjour, les bassins de rétention d'eau pluviale, les cours d'eau drainant des zones urbaines et les terres humides à proximité des routes (EC et SC, 2001).

Tableau 1. Comparaison des agents chimiques de déglçage.

Agents déglçants et abrasifs	Température eutectique ¹ (°C)	Comparaison de coût par rapport au NaCl
Chlorure de sodium (NaCl)	-21	1
Chlorure de calcium (CaCl ₂)	-55	17x
Chlorure de magnésium (MgCl ₂)	-33	7x
Chlorure de potassium (KCl)	-10	4x ou plus
Formiate de calcium-sodium	-12	17x
Acétate de calcium-magnésium (ACM)	-15/-30	35x
Éthylène glycol	-51	28x
Méthanol	-98	10x
Propylène glycol	-57	28x
Urée	-12	7x
Mélange de MgCl et NaCl et mélange de CaCl ₂ et NaCl	-10 à -35	Dépend du mélange et des proportions
Gravier, sable, litière	toutes températures (adhérence à la route)	—

Source : SI (2004).

Tableau 2. Charges totales de chlorure de sodium sur les routes, hiver 1997-1998.

Provinces et territoires	Charge de chlorure de sodium (tonnes)			Total
	Gouvernements provinciaux	Municipalités et comtés (estimation)	Usage commercial et industriel (estimation)	
Colombie-Britannique	83 458	48 199	9 874	141 531
Alberta	101 063	67 870	12 670	181 603
Saskatchewan	44 001	4 844	3 663	52 508
Manitoba	36 780	28 256	4 878	69 914
Ontario	592 932	1 123 653	127 744	1 845 329
Québec	609 550	827 205	107 757	1 544 512
Nouveau-Brunswick	189 093	75 826	19 869	284 788
Île-du-Prince-Édouard	23 051	4 300	2 051	29 402
Nouvelle-Écosse	270 105	77 761	26 090	373 956
Terre-Neuve-et-Labrador	159 200	47 558	15 507	222 265
Yukon	1 791	120	143	2 054
Territoires du Nord-Ouest et Nunavut	1 846	0	138	1 984
Total canadien	2 112 870	2 305 592	331 385	4 749 847

Source : EC et SC (2001).

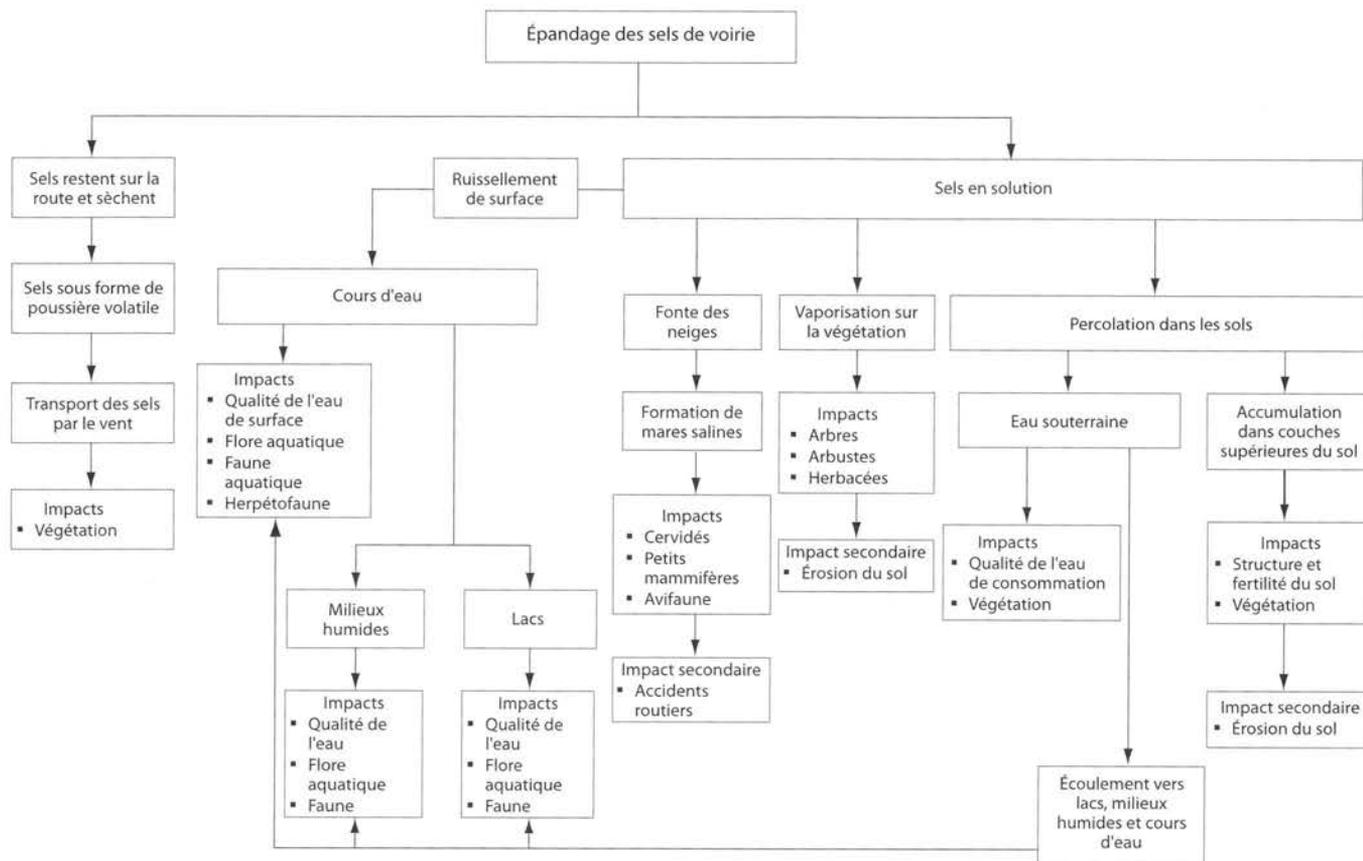


Figure 1. Flux des sels de voirie dans l'environnement (adaptée de www.saltinstitute.org)

L'apport de sels de voirie dans les systèmes lacustres peut affecter leur cycle physico-chimique et le processus de brassage (*turnover*). Lorsqu'un hiver est rude et que les précipitations de neige sont importantes, il y a une augmentation du volume de sels utilisé pour déglacer les routes. Ces sels se concentrent dans les lacs par l'entremise du ruissellement de surface et des cours d'eau lors de la fonte des neiges. Cette eau qui a une densité plus élevée, à cause des sels, coule au fond des lacs, sous une couche d'eau douce moins dense. Quand arrive le printemps, les différences de densité de l'eau persistent étant donné qu'elles ne sont plus de type thermique, mais de type ionique. Il n'y a donc plus de brassage printanier et l'hypolimnion des lacs devient anoxique (Bubeck *et al.*, 1971; Hawkins et Judd, 1972). Comme ce brassage est essentiel pour la redistribution de l'oxygène de l'épilimnion vers l'hypolimnion, et des éléments nutritifs de l'hypolimnion vers l'épilimnion, l'hypolimnion reste anoxique et l'épilimnion a une faible productivité étant donné le manque de nutriments. Il est possible alors d'assister à une modification complète des écosystèmes lacustres.

L'impact est très important pour les petits lacs ayant un volume d'eau faible (Jones *et al.*, 1986). Le manque d'oxygène fait disparaître le benthos vivant dans les sédiments du bassin central, comme les larves d'insectes et les oligochètes, laissant la place aux espèces tolérantes à la salinité et à l'anoxie (Judd, 1970).

Le MTQ a suivi les concentrations de chlorures au lac à la Truite, un petit lac situé près de Sainte-Agathe-des-Monts, dans les Laurentides. En 1972, la concentration de chlorures du lac était de 12 mg/l; en 1979, elle avait augmenté pour atteindre 150 mg/l. Pour corriger la situation, le Ministère a remplacé les sels de voirie par un mélange abrasif/sel sur le tronçon de sept kilomètres de l'autoroute 15 qui affectait le lac; les concentrations ont diminué pour se stabiliser à 45 mg/l en 1990. La salinité du lac est restée la même (suivi de 1998), mais ne s'est pas rétablie à la valeur observée en 1972 (EC et SC, 2001).

Un autre impact des sels sur les lacs est celui du largage des métaux lourds dans la colonne d'eau. Des concentrations élevées de sels dans l'eau interstitielle des sédiments peuvent causer un stress osmotique et des effets toxiques directs sur le benthos. La toxicité est causée par la complexation des métaux avec le chlorure. Les ions chlorures se complexent fortement avec le mercure, et le sodium et le calcium compétitionnent le mercure pour les sites ioniques. Cet échange ionique largue le mercure du sédiment vers l'eau, le rendant ainsi biodisponible pour les organismes vivants (Jones *et al.*, 1986). Warren et Zimmerman (1994) ont observé le même phénomène avec le cadmium et le zinc. Ces auteurs ont également noté que le changement de pH provenant de l'apport de sels intervient dans le processus de libération des métaux lourds.

L'apport en sels provenant des routes a moins d'impacts sur les rivières, car leur volume d'eau est important et dilue les concentrations d'ions (Jones *et al.*, 1986). De plus, ce sont des eaux courantes et non stagnantes comme celles des lacs et des étangs. Dans les grands bassins versants, les risques de pollution par les sels sont très faibles, car le volume d'eau drainé dilue les concentrations de chlorures sous les niveaux de critères de qualité de l'eau. On note le même effet pour les grands lacs, mais l'impact sur les organismes benthiques est le même que celui observé dans les petits lacs (Jones *et al.*, 1986); les sels peuvent s'accumuler dans l'eau interstitielle des sédiments et engendrer des effets toxiques sur le benthos (EC et SC, 2001).

Eau souterraine

Une grande partie des sels épandus percole dans le sol longeant les routes et pénètre dans les nappes phréatiques superficielles par les précipitations et la recharge de la nappe au printemps. La quantité de sels qui parvient à la nappe est fonction des caractéristiques du site : perméabilité du sol, couvert végétal et techniques de drainage des fossés le long de la route. Lorsqu'une nappe d'eau souterraine est contaminée par les sels, la gravité de la situation dépend des facteurs suivants : l'usage, le temps de séjour de l'eau dans la nappe, la superficie et le volume de l'aquifère, la profondeur de la nappe, la direction et la vitesse de l'écoulement, la géologie, la proximité et le drainage de la route, le taux et la quantité de sels appliqués, la quantité d'eau pompée, et le profil vertical de la distribution des ions (Pollock et Toler, 1973; Jones *et al.*, 1986). Mentionnons que les concentrations naturelles de chlorure et de sodium dans les eaux souterraines sont relativement faibles, de l'ordre de 10 mg/l pour le chlorure et de 6 à 130 mg/l pour le sodium (Jones *et al.*, 1986).

Des cas de contamination en chlorures ont été relevés dans des aquifères des régions de Toronto et de Trois-Rivières (Jones *et al.*, 1986; Gélinas et Locat, 1988; Delisle, 1999), ainsi que dans les États du Michigan et du Massachusetts

(Deursch, 1963; Huling et Hollocher, 1972). Les conclusions de ces études attribuent la contamination des aquifères, en partie ou en totalité, à l'épandage des sels de voirie.

En plus de l'application directe des sels sur le réseau routier, l'entreposage peut devenir une source ponctuelle de pollution des eaux souterraines. Dans les années 1960, il était courant d'entreposer les sels de voirie à l'extérieur, sans les protéger des précipitations. Cette pratique est à l'origine de problèmes d'infiltration de sels dans les sols et les eaux de surface et souterraines. Selon le type d'installation et le mode de gestion, les pertes de sels dans les entrepôts varient entre 0,2 % (entrepôts fermés; figure 2) et 20 % (entrepôts ouverts) de la quantité totale utilisée (EC et SC, 2001). Uniquement au Québec, le MTQ possède 478 entrepôts contenant 1 275 t de sels chacun (en moyenne; EC et SC, 2001). Il s'avère que pour une perte de 0,2 %, les entrepôts du MTQ perdraient environ 1 220 t de sels par an, soit 2,5 t par entrepôt (figure 2).

Sol

Une fois que les sels pénètrent le sol via la percolation de l'eau, ils affectent sa salinité, son alcalinité et ses caractéristiques comme l'humidité, la pression osmotique, le pH et l'épaisseur; cette infiltration mène à la dégradation de la structure, à la floculation de l'argile, à une perte d'aération et de perméabilité (Jones *et al.*, 1986; SI, 2004). La structure du sol est principalement altérée par l'échange de l'ion calcium pour l'ion sodium (Jones *et al.*, 1986; Norrström et Bergstedt, 2001).

Les mouvements horizontaux sont déterminés par des facteurs tels que la pente du terrain, le drainage, la vaporisation du sel (embruns routiers) et le type de sol. Ainsi, dans un sol perméable, les chlorures se déplaceront à travers le sol relativement rapidement et atteindront la nappe phréatique, alors que dans un sol imperméable il y aura plus de ruissellement de surface. La période de l'année affecte aussi les déplacements horizontaux et l'infiltration. Dans les sols gelés, les mouvements latéraux sont plus importants que l'infiltration à cause du gel. Les niveaux de sodium et de chlorure diminuent en s'éloignant des routes, avec des pics de concentration près des routes (Jones *et al.*, 1986).

Les mouvements verticaux sont habituellement lents et ils sont calculés en cm/année. Les ions chlorure et sodium migrent à des vitesses différentes. Le sodium, chargé positivement, a tendance à rester dans le sol; il est retiré de la solution par adsorption aux minéraux (ex. : argile) qui ont une grande capacité d'échange cationique (Terry, 1974). Les chlorures sont chargés négativement, tout comme les colloïdes d'argile, et voyagent librement avec l'eau de percolation (Jones *et al.*, 1986; EC et SC, 2001); ce sont donc les chlorures qui atteignent l'aquifère. Les concentrations de sels sont généralement plus élevées à la surface du sol et diminuent avec la profondeur. Par contre, il est possible d'avoir des profils verticaux variables. Ces profils peuvent être expliqués par des applications irrégulières de sels, des propriétés d'adsorption qui diffèrent dans le profil et une compaction variable du sol lors de la construction des routes (Jones *et al.*, 1986).



Figure 2. Entrepôt du MTQ pour le remisage des sels de voirie, Dolbeau-Mistassini

Mentionnons que la salinisation des sols, causée par l'épandage des sels de voirie, peut également avoir des répercussions sur la micro et la macroflore, de même que sur la micro et la macrofaune (EC et SC, 2001), affectant ainsi les processus de dégradation et de minéralisation de la matière organique et le cycle des éléments.

Végétation

Les impacts sur la végétation sont propres au lieu étudié et dépendent de six facteurs : la quantité de sels, le type de sol, les précipitations totales, la distance par rapport à la route, la direction du vent et les espèces de plantes (SI, 2004). La végétation est agressée par les sels qui se trouvent dans le sol, qui s'infiltrent dans la plante par les racines et qui créent un stress osmotique, et par les dépôts atmosphériques (embruns routiers) qui se déposent sur les bourgeons, les feuilles et les branches (Jones *et al.*, 1986; Kelsey et Hootman, 1992).

Les sels augmentent le potentiel osmotique du sol rendant difficile l'absorption de l'eau par les plantes. Il y a donc un flux d'eau vers le sol causant ainsi un assèchement des tissus végétaux (Kelsey et Hootman, 1992). Les végétaux sont donc plus vulnérables à la sécheresse lors de périodes de faibles précipitations. Braun et Flückiger (1984) ont démontré que les sels et la sécheresse peuvent favoriser les infestations d'insectes.

Les sols altérés par l'infiltration des sels deviennent moins fertiles, ce qui influence le couvert végétal. Des baisses de croissance, des dommages aux feuilles (bouts de feuilles brûlés, défoliation et « balais de sorcières ») et quelques fois, la mort des végétaux sont observées. Les plantes deviennent plus vulnérables aux maladies (Kelsey et Hootman, 1992).

Les ions chlorure et sodium sont considérés comme les ions les plus toxiques pour les plantes. L'assimilation et l'accumulation des chlorures dépendent de la quantité de sels appliquée, de la quantité de sels lessivée, du type de plante, du stade de croissance de la plante, de sa tolérance aux sels et des mécanismes lui permettant d'éviter leurs effets (Jones *et al.*, 1986).

Les conifères et les feuillus répondent différemment aux sels. Les conifères ont un métabolisme actif sur toute l'année et sont plus vulnérables que les feuillus aux sels atmosphériques (embruns routiers; Jones *et al.*, 1986; Kelsey et Hootman, 1992). De plus, la tolérance aux sels varie selon les espèces. Ainsi, le long des routes, les espèces tolérantes colonisent ou augmentent leurs populations en prenant la place des espèces non tolérantes qui disparaissent. Ces impacts peuvent être observés jusqu'à une distance de 30 m de la route (Jones *et al.*, 1986).

Organismes aquatiques

Deux processus touchés par le NaCl affectent la survie des organismes aquatiques : la régulation osmotique et la stratification des lacs, par l'intermédiaire de la modification de la productivité du système (sujet qui a déjà été traité) et de la chaîne alimentaire.

La régulation osmotique est affectée par des variations de salinité; le sodium est l'un des plus importants ions influençant ce processus. La plupart des organismes ont développé des mécanismes pour contrôler leur concentration ionique et leur contenu en eau face à l'environnement qui les entoure. La faune et la flore aquatiques sont en général bien adaptées à de grandes variations de salinité (Jones *et al.*, 1986). Cependant, certaines bactéries d'eau douce et algues bleu-vert sont homoiosmotiques, c'est-à-dire qu'elles tolèrent seulement de faibles variations de salinité. D'autre part, les invertébrés et les microorganismes sont plus sensibles que les poissons.



Saumons atlantiques (*Salmo salar*) et ombles de fontaine (*Salvelinus fontinalis*), dans la fosse Big Pool de la rivière Sainte-Marguerite (Sacré-Cœur), attendant que la barrière de migration soit levée pour permettre la montaison. Ces deux salmonidés tolèrent bien de grandes variations de salinité.

Les poissons d'eau douce tolèrent bien des taux de salinité élevée. Des études sur l'osmorégulation ont été menées en laboratoire afin de déterminer quelles sont les doses létales (DL_{50}) chez les poissons et les invertébrés. Les concentrations obtenues sont très élevées et ne sont habituellement pas observées en milieu naturel (voir Jones *et al.* [1986] et EC et SC [2001] pour une liste des études écotoxicologiques). D'autres études ont été menées sur le terrain et démontrent que l'impact des sels sur les communautés d'invertébrés des cours d'eau à fort courant n'est pas significatif (Kersey, 1981; Molles, 1980). Par contre, dans les ruisseaux où le débit est lent, on peut observer des pertes de diversité (Demers, 1992). En effet, si les concentrations de sels dépassent les critères de qualité de l'eau de surface et que la salinité augmente considérablement sur une période relativement longue, les espèces non tolérantes disparaîtront (Jones *et al.*, 1986).

Il n'y a pas de critères de qualité de l'eau de surface pour la contamination des organismes aquatiques par le sodium, ni de critères de toxicité. Par contre, pour les chlorures, les critères de toxicité aiguë et chronique sont de 860 mg/l et 230 mg/l respectivement (MDDEP, 2005). Kersey (1981) a observé que des concentrations de chlorures supérieures à 800 mg/l ne peuvent s'observer dans les rivières pour plus de dix jours.

Mammifères

La tolérance des animaux terrestres pour l'eau salée est très grande et des concentrations élevées de sels dans les eaux souterraines et de surface sont rarement un problème. Par contre, l'empoisonnement des petits animaux peut se produire s'ils consomment de grandes quantités de sels sans boire (Trainer et Karstad, 1960). La marmotte commune (*Marmota monax*), le lièvre d'Amérique (*Lepus americanus*), le porc-épic (*Erethizon dorsatum*) et le lapin à queue blanche (*Sylvilagus floridanus*) sont connus pour consommer des sels de voirie (EC et SC, 2001).



Le comportement des orignaux face aux sels augmente le risque d'accident routier.

Au printemps, les orignaux (*Alces alces*) et les cerfs de Virginie (*Odocoileus virginianus*) ont tendance à sortir des forêts pour aller lécher les minéraux, notamment les sels, qui se trouvent dans les bancs de neige et les mares salines longeant les routes (Grenier, 1974; Fraser et Thomas, 1982). En cette période, ces cervidés ont besoin d'une diète élevée en sels pour la croissance du panache chez les mâles et la lactation chez les femelles (Belowski et Jordan, 1981; Jones *et al.*, 1986). Ce comportement peut causer des accidents routiers (Fraser et Thomas, 1982; Feldhamer *et al.*, 1986; Bruinderink et Hazebroek, 1996; Dussault *et al.*, 2004 et 2005). Il a été observé que les accidents impliquant des cervidés sont plus fréquents au mois de juin lorsque les sels sont plus abondants près des routes (Fraser *et al.*, 1982; Couturier, 1984; Jolicœur et Crête, 1994; Bechtold, 1996).

Avifaune

Deux études font mention d'intoxication d'oiseaux par le NaCl; les symptômes sont : modification du comportement, dépression, torticolis, rétropulsion, paralysie partielle et coma (Trainer et Karstad, 1960; Martineau et Lair, 1995 *in* EC et SC, 2001).

Le nombre d'oiseaux morts, directement ou indirectement (collisions avec les véhicules), à cause des sels de voirie serait sous-estimé par les questionnaires (EC et SC, 2001). Mentionnons que plusieurs espèces touchées sont des espèces migratrices protégées par des lois fédérales.



Le gros-bec errant (*Hesperiphona vespertina*) est connu pour visiter les mares de sels aux abords des routes (Fraser et Thomas, 1982).

Herpétofaune

Il existe très peu d'information concernant l'effet des sels de voirie sur l'herpétofaune. Une seule étude écotoxicologique en laboratoire a été recensée par Environnement Canada (Beak, 1999 *in* EC et SC, 2001). Selon cette étude, les sels de voirie ont des effets toxiques sur les embryons de grenouille à des concentrations supérieures à 2 500 mg de NaCl par litre. Mentionnons que dans la région de Toronto, des salinités variant entre 1 000 et 4 000 mg/l ont été observées dans des petits ruisseaux (EC et SC, 2001).



Les sels de voirie ont des effets toxiques sur les embryons de grenouille. Ici, un ouaouaron (*Rana catesbeiana*).

Conclusion

L'agent de déglçage le plus utilisé est le NaCl; il se trouve en grande quantité dans les mines et son prix est relativement abordable. À moins de trouver une solution

moins dispendieuse et aussi efficace, ce dernier restera présent encore longtemps dans nos habitudes hivernales pour faire fondre la neige et la glace recouvrant la chaussée. La recherche d'un produit plus écologique pour remplacer les sels implique qu'il faudra mener des études poussées pour comparer les effets des substituts aux effets bien documentés des sels de voirie.

Remerciements

Merci à Ghyslain Pothier et Christian Gagnon, biologistes chez Dessau-Soprin inc., pour leurs commentaires judicieux sur une version antérieure de ce manuscrit. ◀

1. Température eutectique : température minimale à laquelle la substance fait fondre la glace.
2. Ferrocyaneure : sel additif anti-agglomérant, n'a pas de propriété de déglacage.

Références

BECHTOLD, J.-P., 1996. Chemical characterization of natural mineral springs in Northern British Columbia, Canada. *Wildlife Society Bulletin*, 24: 649-654.

BELOWSKI, G.E. and P.A. JORDAN, 1981. Sodium dynamics and adaptations of a moose population. *Journal of Mammalogy*, 62: 613-621.

BRAUN, S. and W. FLÜCKIGER, 1984. Increased population of the aphid *Aphis pomi* at a motorway. Part 2 – The effect of drought and deicing salt. *Environmental Pollution (Series A)*, 36: 261-270.

BRUINDERINK, G. and E. HAZEBROEK, 1996. Ungulate traffic collisions in Europe. *Conservation Biology*, 10 n° 4: 1059-1067.

BUBECK, R.C., W.H. DIMENT, B.L. DECK, A.L. BALDWIN and S.D. LIPTON, 1971. Run-off of deicing salt: Effect on Irondequoit Bay, Rochester, New York. *Science*, 172: 1128-1132.

COUTURIER, S., 1984. L'utilisation des salines par l'original et le cerf de Virginie dans la réserve faunique de Matane. Mémoire de maîtrise, Université Laval, 163 p.

DELISLE, R., 1999. Autoroute 40 – Cap-de-la-Madeleine: étude de la contamination de la nappe aquifère par les sels déglacants. Ministère des Transports du Québec, projet n° 20-6373-9501.

DEMERS, C.L. and R. W. Sage, Jr., 1990. Effects of road deicing salt on chloride levels in four Adirondack streams. *Water, Air, and Soil Pollution*, 49: 369-373.

DEMERS, C.L., 1992. Effects of road deicing salt on aquatic invertebrates in four Adirondack streams. In: D'Itri, F. M. (Ed.), *Chemical deicers and the environment*. Lewis Publishers. pp. 253-273.

DEURSCH, M., 1963. Groundwater contaminations and legal controls in Michigan. *USGS, Water Supply Paper n° 1691*, 79 p.

DUSSAULT, C., M. POULIN, R. COURTOIS et J.-P. OUELLET, 2004. Répartition temporelle et spatiale des accidents routiers impliquant l'original dans la réserve faunique des Laurentides de 1990 à 2002. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, 46 p.

DUSSAULT, C., M. POULIN, J.-P. OUELLET, R. COURTOIS, C. LAURIAN, M. LEBLOND, J. FORTIN, L. BRETON et H. JOLICŒUR, 2005. Existe-t-il des solutions à la problématique des accidents routiers impliquant la grande faune ? *Le Naturaliste canadien*, 129 (1): 57-62.

ENVIRONNEMENT CANADA et SANTÉ CANADA (EC et SC), 2001. Liste des substances d'intérêt prioritaire : rapport d'évaluation – Sels de voirie. *Travaux publics et Services gouvernementaux Canada*, 188 p.

FELDHAMER, G.A., J.E. GATES, D.M. HARMAN, A.J. LORANGER and K.R. DISON, 1986. Effects of interstate highway fencing on white-tailed deer activity. *Journal of Wildlife Management*, 50 (3): 497-503.

FRASER, D., B.K. THOMPSON and D. ARTHUR, 1982. Aquatic feeding by moose: seasonal variation in relation to plant chemical composition and use of mineral licks. *Canadian Journal of Zoology*, 60: 3121-3126.

FRASER, D. and E.R. THOMAS, 1982. Moose-vehicle accidents in Ontario: Relation to highway salt. *Wildlife Society Bulletin*, 10 (3): 261-265.

GÉLINAS, P. et J. LOCAT, 1988. Effets des sels déglacants sur la qualité de l'eau de l'aquifère de Trois-Rivières-Ouest. Ministère des Transports du Québec, Direction des sols et matériaux, rapport no RTQ-87-05, 120 p.

GRENIER, P., 1974. Orignaux tués sur la route dans le parc des Laurentides, Québec, de 1962 à 1972. *Le Naturaliste canadien*, 101: 737-754.

HAWKINS, R.H. and J.H. JUDD, 1972. Water pollution as affected by street salting. *Water Research Bulletin*, 8: 1246-1252.

HULING, E.E. and T.C. HOLLOCHER, 1972. Groundwater contamination by road salt: Steady state concentration in East Central Massachusetts. *Science*, 176: 288-290.

JOLICŒUR, H and M. CRÊTE, 1994. Failure to reduce moose-vehicle accidents after a partial drainage of roadside salt pools in Québec. *Alces*, 30: 81-89.

JONES, P.H., B.A. JEFFREY, P.K. WATLER and H. HUTCHON, 1986. Environmental impact of road salting – State of the art. Research and Development Branch, Ministry of Transportation and Communications, Ontario, RR 237, 53 p.

JUDD, J.H., 1970. Lake stratification caused by runoff from street deicing. *Water Research*, 8: 521-532.

KELSEY, P.D. and R.G. HOOTMAN, 1992. Deicing salt dispersion and effects on vegetation along highways. In: D'Itri, F. M. (Ed.), *Chemical deicers and the environment*. Lewis Publishers. pp. 253-273.

KERSEY, K., 1981. Laboratory and field studies on the effects of road de-icing salt on stream invertebrates. Snow and Ice Control Working Group, Institute for Environmental Studies, University of Toronto, Working Paper Pub. No. SIC-9, 21 p.

MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS DU QUÉBEC (MDDEP), 2005. Critères de qualité de l'eau de surface au Québec. [En ligne]. Disponible : http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/criteres_eau/index.htm

MOLLES, M.C. Jr., 1980. Effects of road salting on stream invertebrates communities. *Eisenhower Consortium Bulletin n° 10*, 9 p.

NORRSTRÖM, A.-C. and E. BERGSTEDT, 2001. The impact of road de-icing salt (NaCl) on colloid dispersion and base cation pools in roadside soils. *Water, Air and Soil Pollution*, 127: 281-299.

POLLOCK, S.J. and L.G. TOLER, 1973. Effects of de-icing salts on groundwater supplies in Massachusetts. *Highway Research Board*, Washington D.C.: 17-22.

SALT INSTITUTE (SI), 2004. Le sel de voirie et notre environnement. 27 p.

TERRY, R.G. Jr., 1974. Road salt, drinking water and safety: Improving public policy and practice. Ballinger Publishing Company, Cambridge, 163 p.

TRAINER, D.O. and L. KARSTAD, 1960. Salt poisoning in Wisconsin wildlife. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 1: 14-17.

WARREN, L.A. and A.P. ZIMMERMAN, 1994. The influence of temperature and NaCl on cadmium, copper and zinc partitioning among suspended particulate and dissolved phases in an urban river. *Water Research*, 28 n° 9: 1 921-1 931.

ZIP DES ÎLES-DE-LA-MADELEINE, 2005. I- Présentation du territoire.

Les oiseaux, où les trouver sur la Toile

Marianne Kugler

Loisir d'hiver ou d'été, de printemps ou d'automne, de jour ou de nuit, l'observation des oiseaux est toujours passionnante et il y a près de chez vous un endroit où observer et écouter les oiseaux. Ce peut être bien plus qu'un loisir, vous pourriez nourrir une passion et apporter une contribution scientifique.

Le premier site mentionné par le moteur de recherche Google à la demande « Observation des oiseaux au Québec » se nomme *Les oiseaux du Québec*.

<http://www.oiseauxqc.org>

Très documenté, le site est riche d'informations propres et de liens. Il fait aussi appel à la collaboration des internautes. Sous l'onglet « sites » il y a une grande quantité de suggestions d'endroits d'observation. Partant d'une carte du Québec, vous pouvez « zoomer » sur une des 14 régions indiquées pour choisir votre destination. Malheureusement la description manque pour de nombreux sites. Si je comprends bien le responsable du site, nous sommes invités à envoyer des renseignements. De Portneuf à Baie-Sainte-Catherine, pour la région de Québec, 29 sites sont répertoriés, références bibliographiques à l'appui.

Certains de ces sites sont décrits ailleurs, comme celui de la réserve de Cap-Tourmente; dans ces cas, un lien serait bienvenu.

http://www.qc.gc.ca/faune/faune/html/rnf_ct.html

En continuant à explorer le site *Les oiseaux du Québec*, on y trouve une liste des nouveaux et des anciens noms d'oiseaux et un tableau des dates extrêmes d'observation. Deux outils qui me semblent fort utiles pour nos observations.

Je ne connais pas grand chose aux oiseaux: les plus courants sans plus. Les chants que je reconnais sont le cri déchirant du geai bleu et les appels printaniers des oies blanches et de Frédéric. Pourtant je sais que le jour où je déciderai de m'y mettre sérieusement, j'irai à Pointe-Pelée en mai. Peut être est-ce une référence mythique? Mais dans mon esprit c'est le paradis de l'observateur d'oiseaux.

http://www.pc.gc.ca/pn-np/on/pelee/index_f.asp

En plus d'apprendre que Pointe-Pelée est le point le plus au sud du Canada, il y a beaucoup d'informations utiles sur le site et les dates du festival de la plume de... l'an dernier. Pour refroidir un peu mon enthousiasme, sur certaines photos, il semble y avoir plus d'observateurs que d'observés.

Environnement Canada, dans une de ses pages, fait appel à des bénévoles pour l'observation et la collecte de données. Vous pouvez collaborer à plus d'une dizaine de projets. Pour chacun, le niveau de compétence attendu est indiqué.

http://www.cws-scf.ec.gc.ca/nwrc-cnrf/migb/01_1_3_f.cfm

Ainsi les bénévoles débutants pourront participer aux projets des fichiers de nidification, au programme canadien des feuillets d'oiseaux, à celui d'observation des mangeoires et au recensement de Noël.

La collaboration de bénévoles avancés est attendue plus particulièrement pour l'*Atlas des oiseaux nicheurs*, le programme de surveillance des marais et celui des oiseaux forestiers, le relevé des oiseaux nicheurs, celui des rapaces diurnes et des strigidés nocturnes. Si j'ai bien compris, le niveau moyen à avancé est caractérisé par la capacité de reconnaître à la fois l'oiseau et son chant. Le programme de surveillance des migrations fait aussi appel à des bénévoles. De plus, il offre une formation pour répondre aux critères.

Pour le touriste généraliste, le site de *Bonjour Québec* (en collaboration avec le ministère du Tourisme) a une section qui porte sur la faune du pays. Sous l'onglet: une faune remarquable, les oies: des liens rejoignent les sites de Cap-Tourmente, Baie-du-Febvre, les parcs du Bic et du Saguenay.

<http://www.bonjourquebec.com/francais/activites/faune/oie/html>

http://www.qc.gc.ca/faune/faune/html/rnf_ct.html

http://www.oies.com/Centre_interpretation/centre.htm

Pour les besoins des trois derniers cités, une seule adresse, celle de la SÉPAQ. Sur le site de *Bonjour Québec*, le jour où j'ai voulu utiliser les liens, ils ne fonctionnaient pas. Pour contourner l'obstacle, j'ai utilisé le site de la SÉPAQ et les onglets de la colonne de gauche pour choisir le site désiré. D'autres pages s'ouvrent et aussi d'autres liens.

<http://www.sepaq.com/Fr/indx.cfm>

Les mots « chants d'oiseaux » ont permis à Google de trouver, en 0,09 secondes, plus de 88 500 sites. La puissance... mais aussi les problèmes. Trop lourds ou... contenant un je ne sais quoi, certains sites n'ont fait que faire planter mon ordinateur. Je ne vous les recommande pas.

Marianne Kugler est professeure au Département d'information et de communication de l'Université Laval.

Le site de *Terra Nova* vous offre des enregistrements en MP3. Je ne suis pas très technologique, mais l'idée de se promener sur le terrain avec un mp3 pour faire des comparaisons entre la réalité et l'enregistrement n'est peut être pas sotté.

http://www.dinosoria.com/chant_oiseau.htm

Mais dans cette liste de sites, il y a bien plus que ce qu'on pense au premier abord. Il y a aussi de la musique ou des lieux géographiques aux noms poétiques de chants d'oiseaux. Avis à ceux qui veulent aller faire de la randonnée pédestre en Belgique.

<http://www.terriils.be/fr/chainenotger/fichesterrils/terrilchantsdoiseaux/ficheterrilchantsdoiseaux.htm>

En limitant la recherche au Québec, vous découvrirez un site personnel très bien documenté, *Les oiseaux de mon patelin*, où trouver des liens vers d'autres pages aussi bien en français qu'en anglais.

<http://www.9bit.qc.ca/~patelin/liens.htm>

L'*Encyclopédie de l'Agora* a maintenant son dossier *Oiseaux*, riche et éclaté comme tous les dossiers de cette encyclopédie, qui est une mine d'information et un site en perpétuelle évolution à consulter fréquemment.

<http://agora.qc.ca/mot.nsf/Dossiers/Oiseau>

Pour les enseignants, je recommande le site de *Cyberscol* dont, si je me souviens bien, j'ai déjà parlé dans une chronique antérieure. Il y a une activité centrée sur l'observation des oiseaux : de quoi faire de nouveaux adeptes!

<http://darwin.cyberscol.qc.ca/Education/Scenarios/Oiseaux.htm>



Desjardins
Caisse populaire
du Piémont Laurentien

1638, rue Notre-Dame, L'Ancienne-Lorette
1095, boulevard Pie-XI Nord, Val-Bélair

872-1445

La Caisse populaire Desjardins du Piémont Laurentien est fière de s'associer à la Société Provancher d'histoire naturelle du Canada.

SANTÉ. ÉQUILIBRE. LIBERTÉ

Nicole Faullem & Jacques Roberge
Consultants en mieux-être

141, rue Larocque
Beauport (Québec) G1B 1S2

Tél. : (418) 660-9827 / Téléc. : (418) 660-3531
nfaullem@videotron.ca / jroberge@hotmail.com



420, rue Jean-Rioux
Trois-Pistoles QC
G0L 4K0

Téléphone : 418.851.1265
Télécopie : 418.851.1277

Les plus grands spécialistes
de l'ornithologie au Québec

Nikon
Télescope FieldScope III
Jumelles Monarch

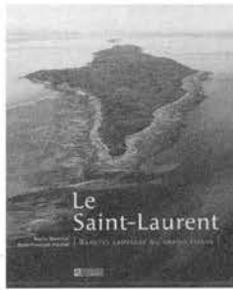
SWAROVSKI
Télescope ATS 80
Jumelles EL

LE NATURALISTE
2925, Chemin Sainte-Foy
Sainte-Foy
(418) 653-2444
www.lenaturaliste.ca

Le Saint-Laurent Beautés sauvages du grand fleuve

Poursuivant leurs carrières de professeurs-chercheurs-vulgarisateurs et de reporters-photographes, Annie Mercier et Jean-François Hamel nous font redécouvrir ici les beautés, les richesses naturelles et la grandeur du Saint-Laurent. Des photos superbes et des textes de présentation éclairants nous permettent d'explorer une succession harmonieuse d'habitats dulcicoles et marins, des paysages contrastés, des animaux familiers ou méconnus, une flore terrestre et aquatique luxuriante, réunis dans un album grand format de belle présentation.

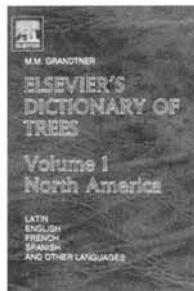
MERCIER Annie, HAMEL Jean-François, 2005, *Le Saint-Laurent, Beautés sauvages du grand fleuve*, Les Éditions de l'Homme, Montréal, 240 pages.



Elsevier's Dictionary of Trees, Vol.1

Publié au printemps 2005, ce dictionnaire à la fois normatif et descriptif, réalisé par le professeur Miroslav Grandtner avec la participation d'une centaine de collaborateurs, présente la famille, la répartition, la hauteur, le type de feuillage, l'écologie et l'utilisation de 8 778 taxons indigènes de l'Amérique du Nord, ainsi que leurs noms standardisés dans quatre langues principales et dans plus de 100 autres langues. C'est le premier volume d'un projet ambitieux qui couvrira les cinq continents.

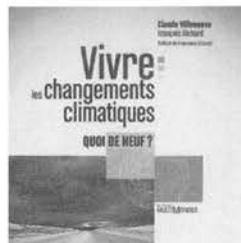
GRANDTNER Miroslav M, 2005, *Elsevier's Dictionary of Trees, Vol.1, North America*, Elsevier, Amsterdam, 1529 pages.



Vivre les changements climatiques: Quoi de neuf ?

Avec près de 50 % de contenu nouveau, plus de 150 figures et illustrations et 420 pages couleur, cette seconde édition est selon son préfacier, le professeur di Castri, « une synthèse unique dans la littérature scientifique, alliant une vulgarisation rigoureuse mais très accessible à un portrait complet et actualisé des dimensions biophysiques, économiques, politiques et sociales qui nous interpellent comme citoyens planétaires. Le livre s'attarde à décrire, illustrer, expliquer les liens entre le développement humain et ses conséquences sur la composition de l'atmosphère, qui influe ensuite sur la répartition de l'énergie entre les compartiments de l'écosphère, ce qui détermine le climat d'aujourd'hui et de demain ».

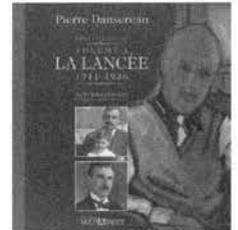
VILLENEUVE Claude, RICHARD François, 2005, *Quoi de neuf sur les changements climatiques?*, Éditions MultiMondes, Sainte-Foy, 420 pages.



Projets inachevés – La Lancée (1911-1936), autobiographie

Dans le premier volume de son autobiographie, écrit à l'âge de 93 ans, Pierre Dansereau décrit dans un style à la fois simple et alerte, les 25 premières années de son existence : sa naissance dans une famille de la vieille bourgeoisie d'Outremont, son « purgatoire » au Collège Sainte-Marie où il se liera notamment à André Laurendeau, son éveil culturel et ses dissidences durant les années de l'adolescence, ses engagements politiques avec Jeune Canada, sa découverte de l'Arctique et des Tropiques et, finalement, son initiation à la botanique et aux sciences à l'Institut agricole d'Oka. En introduisant dans son récit des commentaires récents sur son parcours, l'auteur nous fait partager son cheminement humaniste, littéraire, puis scientifique. Il nous apporte aussi un témoignage fascinant sur la vie intellectuelle montréalaise, et sur les nombreuses personnalités qu'il a fréquentées au cours de sa carrière.

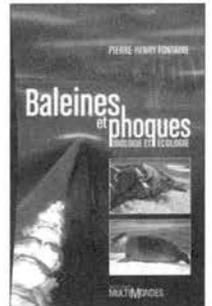
DANSEREAU Pierre, 2005, *Projets inachevés volume 1 - La Lancée: 1911-1936, Autobiographie*, Éditions MultiMondes, Sainte-Foy, 160 pages.



Baleines et phoques. Biologie et écologie

Peu de personnes peuvent se vanter de connaître autant les baleines que le biologiste Pierre-Henry Fontaine qui nous livre ici une troisième version, enrichie et étendue aux phoques, de son ouvrage devenu la référence en la matière. Avec plus de 400 pages de textes et de photos couleur sur papier glacé, ce livre est le résumé de nombreuses années de travaux et d'observations qui intéressera aussi bien les scientifiques que les amateurs, tant par l'étendue des connaissances traitées de façon vulgarisée que par la passion de l'auteur pour son sujet.

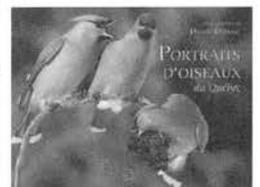
FONTAINE Pierre-Henry, 2005, *Baleines et phoques. Biologie et écologie*, Éditions MultiMondes, Sainte-Foy, 432 pages.



Portraits d'oiseaux du Québec

Ici, chaque portrait d'oiseaux est composé comme un tableau ce qui fait de cet album de 140 pages grand format un admirable hommage à la beauté et à la diversité de la faune aviaire du Québec, et une source d'enchantement pour les amateurs de la nature.

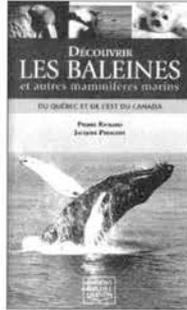
DUPOND Daniel, photographe, avec des textes de Michel Leboeuf, *Portraits d'oiseaux du Québec*, Waterloo, Éditions Michel Quintin, 143 pages.



Découvrir les baleines et autres mammifères marins de Québec et de l'Est du Canada

Dans un format pratique et abondamment illustré, cet ouvrage présente quelque 25 espèces de cétacés et de phoques, leur répartition géographique, leurs caractéristiques et leurs mœurs, ainsi qu'un aperçu des dangers qui menacent leur survie, des activités de chasse et d'observation ainsi que des travaux scientifiques dont ils font l'objet.

RICHARD Pierre, PRESCOTT Jacques, 2005, *Découvrir les baleines et autres mammifères du Québec et de l'est du Canada*, Waterloo, Éditions Michel Quintin, 303 pages.



50 Plantes utiles au jardin, à la maison, à la cuisine

De l'absinthe à la tagette mexicaine, cet ouvrage vous propose la culture de cinquante fines herbes et fleurs, et vous indique leur utilisation, soit au jardin comme insecticide, fongicide ou ornement, soit à la maison pour la parfumer ou en chasser les mites, et à la cuisine comme condiment. Une belle façon de redécouvrir les bienfaits de l'herboristerie!

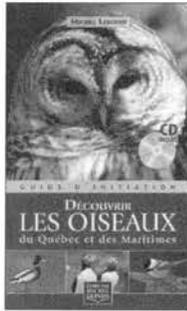
GARIÉPY François, 2005, *50 plantes utiles au jardin, à la maison, à la cuisine*, Waterloo, Éditions Michel Quintin, 136 pages.



Découvrir les oiseaux du Québec et des Maritimes

Ce guide d'initiation, très bien présenté, sur papier glacé et avec photos couleur, vous permet d'apprendre les rudiments de l'ornithologie, de reconnaître 100 espèces d'oiseaux parmi les plus typiques de nos milieux et fournit une documentation intéressante sur les meilleurs sites d'observation au Québec. Il est accompagné d'un CD audio.

LEBOEUF Michel, 2005, *Découvrir les oiseaux du Québec et des Maritimes*, Waterloo, Éditions Michel Quintin, 221 pages.



Guide pratique du jardinage écologique

Abondamment illustré (schémas et photos couleur), cet ouvrage couvre toutes les étapes de création et d'exploitation d'un jardin écologique: planification, organisation, fertilisation, lutte écologique contre les maladies et les insectes, semis et culture de quelques légumes choisis, ainsi que quelques constructions utiles.

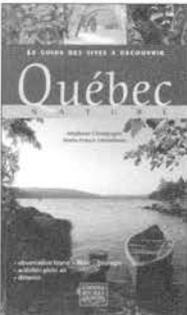
GARIÉPY François. 2005, *Guide pratique du jardinage écologique*, Waterloo, Éditions Michel Quintin, 184 pages



Québec Nature

Cette première édition du guide *Québec Nature* propose pour chacune des 19 régions du Québec, une série de sites à découvrir avec leurs attraits particuliers - flore-faune-géologie, activités de plein air et découvertes - accompagnée de cartes et de photos. Un outil précieux pour tous les amateurs d'excursion dans la nature.

CHAMPAGNE Stéphane, LÉTOURNEAU Marie-France, 2005, *Québec Nature*, Le guide des sites à découvrir, Waterloo, Éditions Michel Quintin, 319 pages.

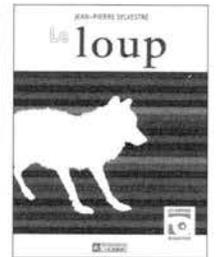
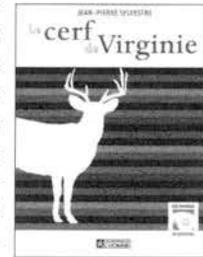


**Le cerf de Virginie
Le loup**

Sous forme de questions et de réponses, ces deux petits livres originaux fournissent une foule de renseignements précis et passionnants sur les origines, les particularités physiologiques, les rapports avec l'environnement et avec l'homme de ces deux espèces qui ont toujours joué un rôle important dans l'imagination populaire. De belles photos prises sur le vif accompagnent les textes.

SYLVESTRE Jean-Pierre, 2005, *Le cerf de Virginie*, Montréal, les Éditions de l'Homme, 108 pages.

SYLVESTRE, Jean-Pierre, 2005, *Le loup*, Montréal, Les Éditions de l'Homme, 108 pages.



**Atlas de la biodiversité du Québec
Les espèces menacées et vulnérables**

Sous la forme d'un atlas agréablement colorié, ce document qui se veut démonstratif, éclairant et rigoureux, présente successivement des cartes de la biodiversité en relation avec le milieu physique et le climat, de la répartition des espèces, du réseau des aires protégées et des occurrences, des points chauds de la rareté et de la conservation, et se termine par la liste des espèces vulnérables et menacées.

TARDIF Bernard, LAVOIE Gildo et LACHANCE Yves, 2005, *Atlas de la biodiversité du Québec*, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Québec, 60 pages.



Un dévoilement... historique

André Desmartis

Plusieurs fois remis depuis la reconnaissance officielle de l'île aux Basques comme Lieu historique national du Canada en 2001 (voir notre numéro de l'hiver 2002), le dévoilement de la plaque commémorative a fait l'objet d'une cérémonie réunissant, le 3 juin dernier, une cinquantaine de personnes représentant les nombreux organismes associés à cet événement.

Réunis sur la terrasse du Parc de l'aventure basque par une température estivale, les participants ont été accueillis par Lyse Routhier, représentante de la Commission des lieux et monuments historiques du Canada, qui a rappelé le rôle consultatif que joue ce jury d'experts dans l'évaluation de l'importance historique des lieux désignés.

Pour sa part, Gérard Beaulieu, maire de la Municipalité de Notre-Dame-des-Neiges sur laquelle est située l'île aux Basques, a remercié la Société Provancher, « un partenaire majeur du milieu ». Michel Lepage, président de la Société Provancher, entouré pour la circonstance de la plupart des membres de son conseil d'administration, a rappelé le rôle déterminant joué par le précédent président, J.C. Raymond Rioux, dans l'organisation des recherches archéologiques qui ont permis d'établir de façon certaine l'importance du site. Bien conscient de la valeur des lieux, le conseil d'administration de la Société Provancher a établi un plan de conservation qui entend protéger et mettre en valeur tous les acquis environnementaux et historiques de l'île aux Basques.

Il revenait à J.C. Raymond Rioux de rappeler la riche histoire de l'île : depuis la préhistoire, la présence discontinue mais constante des Autochtones dont témoignent de remarquables sites archéologiques; puis l'arrivée, dès la fin du XVI^e siècle, des baleiniers basques qui y établissent au moins quatre fours et y laissent de nombreux artefacts. Si bien que l'île est, à ce jour, le seul site du Golfe où on a pu établir des traces aussi précoces de la traite des fourrures et des premiers liens commerciaux entre Européens et Autochtones. C'est ensuite



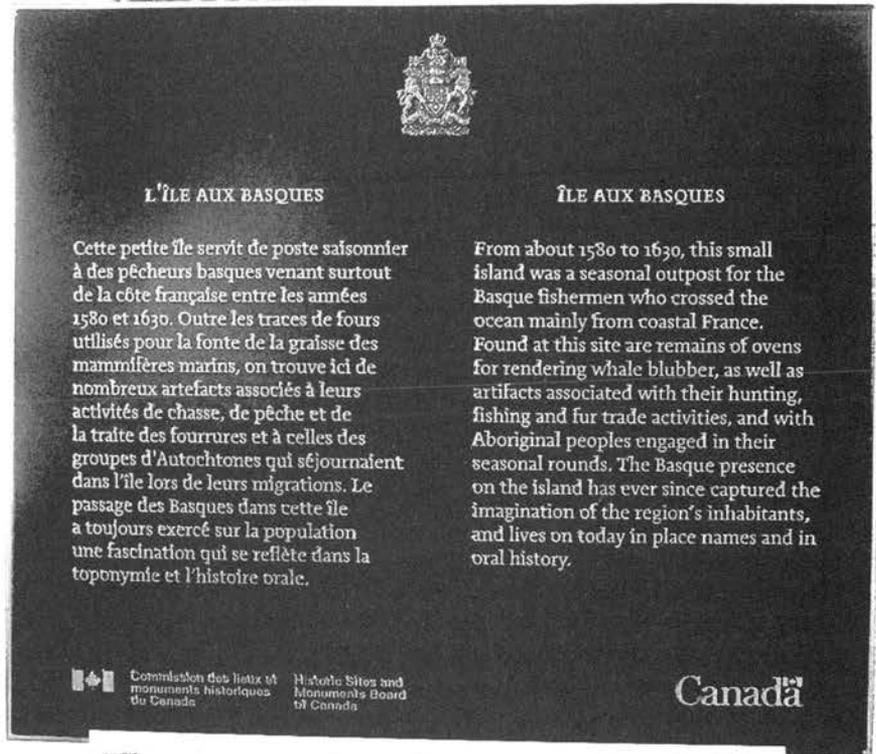
Dévoilement de la plaque commémorative. Dans l'ordre habituel, M. J.C. Raymond Rioux, président de la Société Provancher de 1987 à 2004; M^{me} Lynn Cleary, directrice exécutive de Parcs Canada pour le Québec; M^{me} Lyse Routhier, représentante de la Commission des lieux et monuments historiques du Canada; M. Michel Lepage, président de la Société Provancher; et M. Gérard Beaulieu, maire de Notre-Dame-des-Neiges de Trois-Pistoles.

le séjour, en 1664, du jésuite Henri Nouvel et d'un groupe de Montagnais et de Papinachois. Un séjour bref mais qui fait l'objet d'un récit émouvant, premier document historique témoignant de la présence basque sur l'île. Par la suite, l'île connaîtra encore une certaine présence amérindienne au XVII^e siècle, une brève période d'occupation agricole au XIX^e siècle et, finalement, sera rachetée en 1929 par la Société Provancher qui lui donnera une nouvelle orientation, celle de la conservation du patrimoine écologique. Entre 1990 et 1995, sous l'impulsion de la Société Provancher, l'île accueille successivement cinq missions archéologiques menées par Laurier Turgeon, historien, grand spécialiste de l'histoire des Basques dans le golfe du Saint-Laurent, qui pressentira immédiatement la valeur du site et y attirera ses équipes d'archéologues de l'Université Laval et aussi d'autres universités canadiennes. Ces recherches établiront définitivement la

André Desmartis était directeur de l'information de l'Université Laval lors des recherches archéologiques et il coordonne la publication du Naturaliste canadien.

richesse archéologique de l'île et les faits qui lui confèrent une situation unique. Au cours de ces recherches, la Société Provancher et les chercheurs universitaires ont régulièrement informé des résultats de leurs travaux la population locale en sorte que celle-ci s'est à son tour impliquée de façon remarquable dans la conservation de ce patrimoine. Cette implication devait se traduire par la création en 1996 du Parc de l'aventure basque et de son centre d'interprétation sur la thématique basque.

En terminant, la directrice exécutive de Parcs Canada pour le Québec, Lynn Cleary, devait rappeler que l'île aux Basques fait partie du parc marin du Saguenay qui a ainsi reconnu la qualité de ce site exceptionnel et les efforts de conservation, de mise en valeur et d'interprétation de la Société Provancher. Soulignons d'ailleurs que c'est Parcs Canada qui était le principal responsable de cette rencontre. Celle-ci devait se terminer par le traditionnel dévoilement de la plaque (voir photo) qui sera posée ultérieurement à l'île, sous le préau qui abrite déjà les panneaux d'interprétation historique à l'usage des visiteurs. ◀

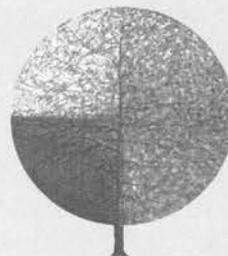


Plaque commémorative de la Commission des lieux et monuments historiques du Canada

Dr MICHEL COUVRETTE
Chirurgien-dentiste

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

sur rendez-vous
seulement
274-2373



- Études d'impact et évaluations •
- Écologie végétale et animale •
- Gestion environnementale •
- Habitats et aménagement •
- Foresterie et géomatique •

Siège social
70, rue Saint-Paul
Québec QC
G1K 3V9 Canada

Téléphone : (418) 692-4828
Télécopie : (418) 692-5826
Internet : www.foramec.qc.ca



1435 rue Provancher
Cap-Rouge (Québec)
G1Y 1R9

LA MAISON
LÉON-PROVANCHER

le dossier

Studio GIL PHOTO

Fourniture informatique - Plastification
Matériel artistique - Ameublement - Papeterie
Services de photocopie N&B et couleur,
de télécopie et d'imprimerie
Téléphone : (418) 851-3037

Appareils et accessoires de photo - Laminage
Développement de photo 1 h - Encadrement
Photo professionnelle - Photo passeport
Carte d'assurance maladie
Téléphone : (418) 851-1315

121, rue Notre-Dame Est, Case postale 1208, Trois-Pistoles (Québec) G0L 4K0
Télécopieur : (418) 851-3034

Notes historiques pour le dévoilement d'une plaque commémorative consacrée à l'île aux Basques

Roch Samson et J.C. Raymond Rioux

C'est en l'an 2001 que la ministre du Patrimoine canadien d'alors, madame Sheila Copps, désignait l'île aux Basques Lieu historique national du Canada, sur la recommandation de la Commission des lieux et monuments historiques du Canada.

L'île aux Basques est située dans le Saint-Laurent, à cinq kilomètres au nord de Trois-Pistoles.

Les Basques sont parmi les premiers Européens à fréquenter les bancs de Terre-Neuve, le détroit de Belle-Isle, les côtes du Labrador et le golfe du Saint-Laurent. Ils y viennent à partir du XVI^e siècle pour y pratiquer la pêche. À partir de 1540, ils arment de plus en plus de navires pour la chasse à la baleine, principalement la baleine franche. C'est dans le dernier quart de ce siècle qu'ils vont la pourchasser à bord de leurs « biscayennes » jusque dans les eaux de l'estuaire du Saint-Laurent. À cette époque, les marchands de fourrures européens découvrent le castor du Canada. Les Basques joignent alors leurs activités de chasse et de transformation de la baleine au commerce des fourrures qu'ils font avec les Amérindiens de la vallée du Saint-Laurent. Les vestiges et artefacts découverts à l'île aux Basques en témoignent éloquemment.

C'est entre les années 1580 et 1637 que les Basques pénètrent dans l'estuaire du Saint-Laurent jusqu'à la hauteur de Tadoussac à l'embouchure du Saguenay. À cet endroit, ils harponnent les baleines pour les remorquer ensuite vers les lieux où ils ont construit des fours. D'après les sources historiques et les données archéologiques, les sites de Chafaud aux Basques et de l'île aux Basques témoignent de cette période d'exploitation.

Peu après 1637, année où les Basques ont abandonné l'île qui a conservé leur nom, le père jésuite Henri Nouvel, de passage en 1664, y décrit les vestiges de leurs activités (« de grandes costes de Baleines qu'ils y ont tuées ») et observe la présence de « fourneaux » érigés pour la fonte des huiles. Les fouilles archéologiques entreprises dans les années 1990 ont effectivement révélé la présence de trois sites d'occupation basque et ont mis au jour quatre fours pour la fonte des graisses.

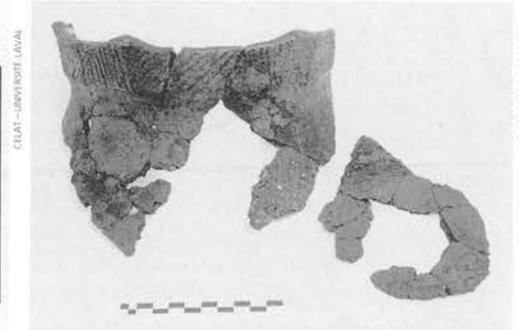
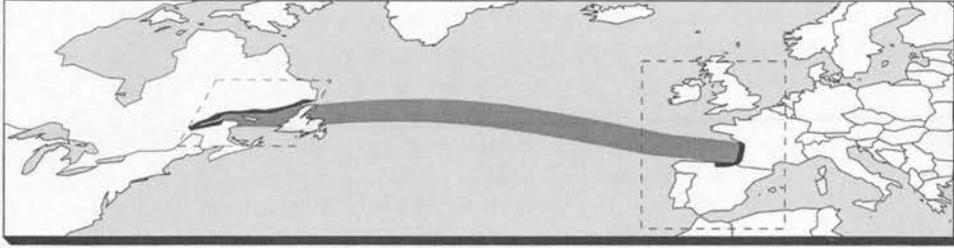
Les fours basques sont tous localisés sur le versant sud de l'île : le site Hamel, le site Hoyarsabal et le site de l'anse Qui-Pue. Le plus important de ceux-ci, le site Hoyarsabal, a révélé la présence concomitante d'artefacts autochtones et basques, ce qui a permis d'établir avec certitude la rencontre de ces deux cultures dans le contexte de la traite. En effet, la présence de multiples objets de traite apportés par les Basques (perles, bagues, fragments de pipes, céramiques) coïncidant avec des traces d'occupation autochtone a permis de démontrer l'occupation simultanée des lieux par les deux groupes. À l'appui de cette découverte, les recherches historiques menées dans les archives notariales du port de Bordeaux, en France, révèlent que les Basques ont pratiqué la traite des fourrures de façon intensive sur le Saint-Laurent dans les années 1584-1590. Cela procure un élément de référence pour la datation de l'occupation des lieux.



Un des fours du site Hoyarsabal, sur l'île aux Basques

Roch Samson est historien ethnologue à Parcs Canada et J.C. Raymond Rioux a été président de la Société Provancher de 1987 à 2004.

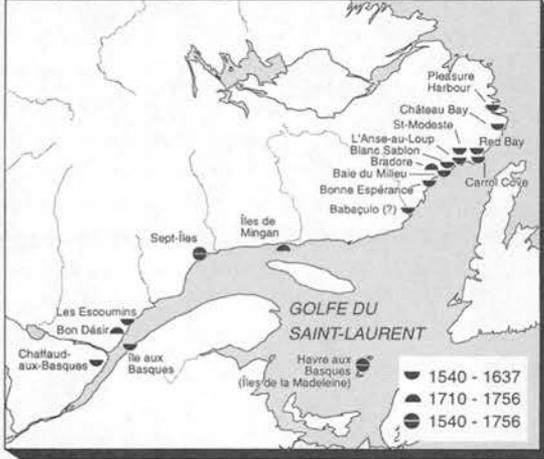
Occupations basques pour la fonte des graisses de mammifères marins dans le golfe et l'estuaire du Saint-Laurent (XVI^e-XVIII^e siècles)



CELAT - UNIVERSITÉ LAVAL

CELAT - UNIVERSITÉ LAVAL

Occupations basques (XVI^e - XVIII^e siècles)



Principaux ports d'armement



a : Trouvés au nord du four Hoyarsabal, fragments d'un d'un vase amérindien présentant les attributs des vases iroquoiens



CELAT - UNIVERSITÉ LAVAL

b : Forme du vase reconstitué de manière hypothétique à partir des fragments

Carte des occupations des baleiniers basques dans le golfe et l'estuaire du Saint-Laurent (XVI^e-XVIII^e siècles)

Comme l'a souligné la *Commission des lieux et monuments historiques du Canada* dans sa recommandation de désignation, l'île constitue en soi un document archéologique remarquable, témoin d'une présence humaine séculaire. De plus, et c'est sans doute là son apport principal, l'île est le seul lieu d'établissement Basque de l'estuaire du Saint-Laurent où les contacts entre Européens et Amérindiens ont été confirmés de manière formelle, à la fois par des sources historiques et archéologiques.

Les fouilles archéologiques ont permis de mettre au jour, en plus des fours basques, des sites amérindiens de la période de précontact à quatre endroits dans l'île: à l'anse d'en Bas, derrière le four du site Hamel; à l'anse à la Baleine (site Hoyarsabal); à l'anse à Canots (site Rioux) et à l'anse du banc de Sable (site Cache). Ce dernier s'est révélé particulièrement riche, avec plus de 25 000 artefacts et écofacts associés aux vestiges de campements, à des outils, des poteries, des aliments et des produits de la chasse et de la pêche. Les recherches rendent compte de l'occupation saisonnière de courte durée des lieux par de petits groupes de différentes nations, ce qui se vérifie également sur plusieurs autres sites bordant

le Saint-Laurent. Les écofacts ont permis de montrer que les Amérindiens y pratiquent notamment la chasse, la pêche et la cueillette de mollusques. La chasse au phoque y est dominante, de même que celle d'autres mammifères marins, tels le béluga et le marsouin, comme l'attestent les ossements retrouvés.

D'autres vestiges et artefacts témoignent d'occupations autochtones durant la période historique, soit dans la



CELAT - UNIVERSITÉ LAVAL

Les activités des Basques sur l'île, telles qu'imaginées en 1938 par un artiste de Trois-Pistoles, Léopold D'amours.

deuxième moitié du XVII^e siècle et au début du XVIII^e siècle. Ces traces sont associées à des restes d'origine européenne, résultant vraisemblablement du séjour des missionnaires jésuites. Le témoignage du père Henri Nouvel rend compte de sa présence sur l'île pendant une quinzaine de jours, en mars 1664, en compagnie d'un groupe de Montagnais et de Papinachois. Ceux-ci y construisent une chapelle de fortune dans laquelle sera ensevelie une petite Amérindienne.

En 1687, l'île devient partie intégrante de la seigneurie de Trois-Pistoles, concédée à Charles Denys de Vitré. Puis, la seigneurie est cédée à Jean Rioux, de Saint-François-de-l'Île-d'Orléans.

En 1872, Magloire Dubé de L'Isle-Verte établit une ferme sur l'île aux Basques, dont il reste des vestiges à la pointe ouest. Celle-ci est confiée à Hyppolite Bernier qui ne l'exploitera que pendant deux années, faute de pouvoir rentabiliser un terroir trop exigü.

En 1929, Samuel C. Rioux la cède à la Société Provancher d'histoire naturelle du Canada. L'île, depuis, est devenue un lieu protégé qui accueille touristes, naturalistes, villégiateurs, chercheurs et... oiseaux migrateurs. Elle est classée sanctuaire d'oiseaux selon une loi québécoise et refuge d'oiseaux migrateurs en vertu d'une loi canadienne.

Dotée de ressources fauniques et archéologiques importantes, l'île occupe une place de choix dans la mémoire collective de la région qui a d'ailleurs retenu l'appellation « Les Basques », pour désigner sa municipalité régionale de comté (MRC).

Si l'île aux Basques s'est vu attribuer le statut de Lieu historique national du Canada, c'est grâce à de nombreux collaborateurs et organismes. En premier lieu, les chercheurs, sous la direction de l'historien Laurier Turgeon de l'Université Laval; les archéologues : Dominique Lalande, Réginald Auger, William Fitzgerald, et Philippe de Varennes et leurs équipes respectives; le milieu universitaire : les universités Laval (Québec), Memorial (Terre-Neuve) et Laurier (Ontario), et des organismes subventionnaires : le ministère de la Culture et des Communications du Québec; le Conseil de recherches en sciences humaines du Canada; le Fonds des chercheurs et l'aide à la recherche, le FCAR; Communication Canada; et la Société Provancher d'histoire naturelle du Canada. Il faut aussi souligner l'apport important d'André Desmartis qui a assuré la diffusion des résultats des recherches auprès de divers médias. Il faut également souligner la

participation et l'encouragement soutenus qu'a témoignés la population locale tout au long de ces recherches. Que toutes ces personnes et tous ces organismes en soient sincèrement remerciés.

La Société Provancher, s'étant d'abord employée à faire connaître son patrimoine faunique, a déployé beaucoup d'énergie et de ressources à la connaissance de l'histoire de l'île en entreprenant cet important programme de recherches historiques et de fouilles archéologiques.

Ce programme aura permis la tenue de cinq campagnes de fouilles. Mais avant même de les autoriser, les dirigeants de la Société Provancher ont souhaité qu'elles aient, une fois terminées, des retombées durables et, croyez-nous, ils n'ont pas été déçus. En effet, outre de documenter une page occultée de notre histoire, ces recherches auront permis une mise en valeur *in situ* de l'aspect historique de l'île, la



L'observation des oiseaux à l'île aux Basques

création du magnifique Parc de l'aventure basque en Amérique dont nous sommes aujourd'hui les hôtes, ainsi que la thématique basque qui a été retenue par le parc marin du Saguenay – Saint-Laurent dans son plan de développement.

La reconnaissance de l'importance historique nationale de l'île aux Basques constitue l'aboutissement de ces efforts de recherche et de mise en valeur d'un des joyaux du Saint-Laurent. ◀



Soucy • Roy • Gauvreau

NOTAIRES S.E.N.C.

J. DENIS ROY

NOTAIRE ET CONSEILLER JURIDIQUE

5600, boul. des Galeries

bureau 240

Québec (Québec) G2K 2H6

Téléphone : 418.626.4449

Télocopieur : 418.623.1040

jdroy@notarius.net

www.soucyroygauvreau.com

Le renard à l'île aux basques

Michel Cantin

Le renard roux est une espèce que l'on rencontre de façon régulière à l'île aux Basques. Comme sa présence peut limiter les quantités d'oiseaux nichant au sol, et principalement l'eider à duvet, plusieurs visiteurs à l'île nous ont suggéré d'éliminer le renard roux dès qu'il s'y manifeste. Le conseil d'administration de la Société Provancher s'est donc penché sur cette question et est arrivé au constat qui suit.

Renard roux

Le renard roux est un animal timide et nerveux qui vit en famille de la saison des amours (milieu de l'hiver) jusqu'à l'automne où les jeunes se dispersent. C'est probablement lors de cette période de dispersion que les individus quittent la terre ferme et atteignent les îles proches du rivage. Il s'agirait alors probablement de jeunes ou de mâles seuls qui n'ont pu s'accoupler. Les couples restent unis après l'accouplement (Banfield, 1974). Trewhella *et al.* (1988) mentionnent que le domaine vital s'étend de 1 à 9,6 km² et que la densité varie de 0,1 à 1,1 famille/km². Les renards sont nomades et effectuent des déplacements importants. La distance moyenne de dispersion se situe entre 17 et 43 km chez les mâles et entre 8 et 33 km chez les femelles. Loin d'être statiques, les populations accusent des fluctuations régulières.



Renard roux photographié à l'île aux Basques

Le renard est omnivore, profitant de toutes les opportunités. Si en hiver, il affectionne les petits mammifères et le lièvre d'Amérique, au printemps et en été, les oiseaux nichant



Eider à duvet femelle au nid

au sol constituent des proies recherchées. Un renard qui se trouvait sur l'île aux Pommes, en 1970, avait tué plus de 50 femelles eiders avant d'être abattu (Reed, 1975).

Présence du renard à l'île aux Basques

L'île a une superficie de 55 ha, ce qui la rend trop petite pour soutenir une population viable à long terme si on se fie aux données mentionnées plus haut. Par contre, dès la période de dispersion, il est probable que des individus traversent à l'île, compte tenu de sa proximité de la rive, surtout lorsque la glace la relie à la terre ferme. Darveau (1997) juge probable que le renard visite l'île chaque année et qu'il soit piégé lorsque les glaces se rompent.

En se basant sur les notes des naturalistes habitués de l'île, la population de renards y varierait, de zéro à deux adultes, qui produiraient jusqu'à six jeunes (un cas en 1985).

Selon Jean-Claude Caron (comm. pers.), visiteur assidu de l'île en été, on trouverait le renard en été une fois sur quatre. Par contre, Yvon Deschamps (comm. pers.), responsable de l'île pendant 25 ans et visiteur de l'île tôt au printemps, avance que le renard a toujours été présent. Dans certains cas, il peut s'agir de femelles gravides, puisque par le passé, des portées de renardeaux ont été observées sur l'île au cours de l'été. Une fois sur l'île, les renards s'alimentent d'oiseaux au printemps, de lièvres, de micromammifères, de

Michel Cantin, biologiste de formation, est vice-président de la Société Provancher.

petits fruits et de végétaux divers. La présence récente de rats musqués constituera sans doute une source supplémentaire de nourriture.

Dans le plan québécois de gestion de l'eider à duvet (PQGED), on mentionne d'ailleurs que sur les petites îles, l'invasion par le renard est stochastique, déterminée surtout par les conditions de glace de dérive, la formation de pont de glace et la distance de la côte (Groupe conjoint de travail sur la gestion de l'eider à duvet, 2004). Dans le même ouvrage, on parle de possibilité de population résidente dans des îles de plus de 500 ha.

Eider à duvet



Eider à duvet mâle

L'eider à duvet est un oiseau qui tend à nicher en colonies, souvent à proximité de goélands. Extrêmement attachée à son île de nidification, la femelle y reviendra d'année en année. Si, en période de nidification, l'eider à duvet supporte très bien la présence de goélands, il en est tout autrement avec le renard pour qui la femelle devient alors une proie facile. Les femelles qui ne seront pas tuées désertent le nid et la production annuelle pourra être presque anéantie.

Il est naturel que les populations fluctuent et, selon les années, on constate que le nombre de nids peut passer du simple au double pour des raisons connues et inconnues. On a même constaté, à l'île aux Fraises, que le nombre moyen de nids qui était de 2 000 est passé à 0 en 2000 par suite de la présence de renards, mais pour remonter à la normale en 2001 et 2002. La pasteurellose aviaire peut, à elle seule, décimer jusqu'au quart d'une colonie lors d'une épidémie comme celle qui a sévi à l'île Blanche en 1964 (Reed et Cousineau, 1967).

À la Razade d'en Haut, où l'on comptait toujours de 200 à 300 nids entre 1964 et 1998, les nombres sont maintenant inférieurs à 100, avec 76 en 2002 et 56 en 2003. Pendant ce temps, à la Razade d'en Bas, le nombre de nids fluctue autour de 500, mais il n'y a pas eu de baisse au cours des dernières années.

Il y a 40 ans, on affirmait que *les eiders peuvent nicher en abondance sur l'île aux Basques, mais les renards qui habitent parfois l'île peuvent les empêcher de nicher avec succès en enlevant les œufs à mesure qu'ils sont pondus. La présence d'un individu de cette espèce est probablement suffisante pour empêcher les oiseaux de nicher* (Reed, 1965). De 1965 à 1969, le nombre de nids a fluctué de 225 à 50, avec une moyenne de 143. Entre 1970 et 1975, la moyenne des nids aurait été de 100 par année. (Reed, 1975). Les recensements cités dans Darveau (1997) ont dénombré 69 nids en 1978 et 73 en 1990.

En 2001, on comptait 32 000 couples dans l'estuaire de Saint-Laurent (Duvetnor, données inédites). On dénom-



Renard roux au repos

bre 35 colonies dont les sept plus importantes comptent pour 82 % des effectifs. Le PQGED donne des chiffres pour les 15 colonies les plus riches réunissant les 20 moins importantes en bloc, avec environ 1 000 nids au total. L'île aux Basques fait partie de ces 20 colonies mineures.

Contrôle des prédateurs

Dans le PQGED, on admet que la *suppression des prédateurs sur les îles est très onéreuse de sorte qu'il existe un coût/bénéfice à considérer*. Pour que l'action soit efficace, il faut que les prédateurs soient extirpés avant l'arrivée des oiseaux nicheurs. Compte tenu de la présence d'un secteur boisé important, la chasse à l'arme à feu reste difficile, surtout s'il y a plus d'un individu. Aussi, faut-il penser à des méthodes autres; pièges ou empoisonnement.

À l'île aux Basques, de 1930 à 1963, le renard était contrôlé à la strychnine, tôt au printemps, avant l'arrivée des eiders et des goélands (Darveau, 1997). Pendant plusieurs années, le gouvernement du Québec a utilisé la strychnine pour contrôler les canidés. Cette méthode a par la suite été abandonnée, car n'étant pas spécifique, elle menait à l'élimination de nombreux animaux non visés, y compris des oiseaux de proie.

Sans être totalement spécifique, le piégeage peut donner de bons résultats. Cette méthode exige néanmoins une présence régulière pour vérifier les appâts et la bonne marche des pièges. Si la capture d'un renard peut être aisée, le travail devient beaucoup plus difficile si on est en présence de plusieurs individus.

Éthique

Les aspects éthiques sont loin d'être négligeables. La Société Provancher défend les valeurs de :

- conservation et protection de sites naturels
- sauvegarde de l'environnement
- éducation et publications en sciences naturelles

Comment peut-on concilier biodiversité et contrôle de prédateurs? Si l'on était en présence d'une colonie d'oiseaux d'importance majeure et que le renard était un visiteur occasionnel, on pourrait considérer une mesure exceptionnelle pour contrôler une menace réelle et d'envergure. Tel n'est pas le cas : le renard est un visiteur régulier et on ne trouve pas, sur l'île, une colonie de première importance pour les oiseaux nichant au sol.

Politique retenue

Compte tenu des éléments cités précédemment, il a été résolu unanimement de ne pas contrôler le renard à l'île aux Basques. De l'écosystème insulaire, si cher à la Société

Provancher et aux visiteurs, il est difficile de bannir un élément sous prétexte qu'il dérange une vision idéaliste. La présence du renard fera en sorte que les densités des oiseaux nichant au sol resteront faibles. On peut prévoir cependant que les eiders continueront de fréquenter les rives de l'île pour l'élevage des couvées. ◀

Références

- BANFIELD, A.W.F., 1974. Les mammifères du Canada. Les Presses de l'Université Laval. Québec. 406 p.
- DARVEAU, M., 1997. Les oiseaux de l'île. In L'île aux Basques. Société Provancher d'histoire naturelle du Canada. Québec; 101-120.
- GRUPE CONJOINT DE TRAVAIL SUR LA GESTION DE L'EIDER À DUVET, 2004. Plan québécois de gestion de l'Eider à duvet *Somateria mollissima dresseri*. Publication spéciale du Groupe conjoint de travail sur la gestion de l'eider à duvet, Québec, 44 p.
- REED, A., 1965. Les oiseaux aquatiques de l'île aux Basques, l'île aux Pommes et les Razades. Service de la Faune, bulletin n° 6. Min. Tourisme, Chasse et Pêche, Québec. 24 p.
- REED A., 1975. Les colonies d'oiseaux aquatiques dans l'estuaire du Saint-Laurent. Faune du Québec, bulletin n° 19. Min. Tourisme, Chasse et Pêche, Québec. 76 p.
- REED A., and J.-G. COUSINEAU, 1967. Epidemics involving the common eider (*Somateria mollissima*) at Île Blanche, Québec. Naturaliste Can., 94:327-334.
- TREWHELLA, W.J., S. HARRIS and F.E. MCALLISTER, 1988. Dispersal distance, home-range size and population density in the red fox (*Vulpes vulpes*): a quantitative analysis. J. appl. Ecology, 25: 423-434.

Sélection Laminard inc.

Diane Lemay et Pierre Savard, prop.

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

254, rue Racine
Loretteville (Québec)
G2B 1E6

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

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

Roland Lajeunesse
Président-directeur général

GID

GID 7460, boul. Wilfrid-Hamel
Sainte-Foy (Québec)
Canada G2G 1C1
www.gidweb.com

Tél. : (418) 877 3110
Fax : (418) 877 3741
lajeunesse@gidweb.com



- Caractérisation du milieu littoral
- Écoingénierie
- Aménagement d'habitats fauniques
- Suivi de l'exploitation

2095, Jean-Talon Sud, bureau 217, Sainte-Foy, Qc. G1N 4L8 tél.: (418) 688-3898 téléc.: (418) 681-6914
site Internet : www.profaune.com sans frais : 1-800-561-3898 courriel : info@profaune.com

MAURICE PLEAU LIMITÉE

GANTEC

S'ASSOCIE À
LA SOCIÉTÉ PROVANCHER

29, rue Giroux
Loretteville Qc Canada
G2B 2X8

Tél. : 418.842.3750
Fax : 418.842.6284

Pourquoi aller dans le bois quand on est un oiseau aquatique ?

par Marcel Darveau

Les oiseaux aquatiques en forêt boréale

La forêt boréale du Québec compte environ 185 espèces d'oiseaux nicheurs, dont 21 espèces d'oies et de canards et 27 autres espèces d'oiseaux aquatiques. Mais est-ce que ces oiseaux sont entièrement aquatiques ? Que penser du garrot qui niche dans le trou d'un arbre en plein bois ou de la macreuse à front blanc qui peut nicher à 50 m d'un lac, sous un couvert forestier ? La réponse est simple : ces oiseaux ont évolué dans des écosystèmes forestiers où le paysage est constitué d'une matrice de forêt sillonnée de cours d'eau et ponctuée de lacs, d'étangs et de milieux humides. Opportunistes, les oiseaux aquatiques ont appris à les utiliser.

Que font-ils dans le bois ?

On résume souvent la vie d'un oiseau à manger sans se faire manger tout en trouvant le moyen de se reproduire.

Les nourritures terrestres

Les oiseaux aquatiques incorporent couramment de la « nourriture terrestre » à leur menu. Par exemple, certains canards consomment les invertébrés qui sont entraînés par les eaux de ruissellement. D'autres, comme le canard branchu, se nourrissent même de glands ! La proportion de biomasse d'origine terrestre ingérée par les oiseaux aquatiques peut atteindre 50 % à certaines périodes de l'année.

À l'abri sur le plancher des vaches

En milieu terrestre, une proie fait face à des prédateurs qui peuvent arriver du haut des airs ou en marchant au sol. Dans l'eau, il faut aussi se méfier de ce qui arrive par en dessous. Par exemple, un canard qui flotte sur l'eau peut constituer un repas de choix pour un brochet... Se reposer hors de l'eau peut donc être avantageux pour les oiseaux aquatiques.

Réussir sa nichée au sec

Mis à part quelques espèces comme les grèbes qui peuvent construire des plateformes flottantes, la majorité des espèces nichent dans un nid construit directement au sol ou sur un substrat non flottant. Comme les milieux aquatiques et les milieux humides subissent de sévères fluctuations du niveau d'eau, il en



Garrot à œil d'or mâle suivi d'une femelle



Cet érable à sucre a une cavité de taille suffisante pour accueillir un canard aussi gros que le garrot à œil d'or.

découle un avantage à nicher sur la terre ferme. C'est pourquoi plusieurs espèces d'oiseaux aquatiques nichent souvent à plusieurs dizaines de mètres de l'eau. Cela demeure une situation de compromis car le nid devient alors vulnérable à des prédateurs terrestres tels la mouffette rayée ou le renard roux. Une façon de diminuer le risque est de nicher dans un arbre, comme le font le balbuzard pêcheur, le pygargue à tête blanche, le bihoreau gris et le chevalier solitaire.

Certains canards ont trouvé la solution miracle : nicher dans un trou d'arbre. Ce n'est pas une bizarrerie ou un phénomène rare. En effet, six espèces de canards québécois nichent exclusivement dans les troncs d'arbres. Ils totalisent plus de 30 % des couples d'oiseaux nicheurs de la forêt boréale québécoise.

Sommes-nous en train de les sortir du bois ?

Plusieurs activités humaines menacent les « activités forestières » des oiseaux aquatiques. Les pratiques forestières, orientées vers la production d'arbres sains, qu'on récolte avant qu'ils ne soient assez gros pour contenir une cavité assez grande pour un canard, en sont un exemple. Mais il faut aussi compter avec les effets de la production hydroélectrique, de l'exploitation minière et même de la villégiature et de l'écotourisme, qui augmentent partout sur le territoire québécois et causent des pertes d'habitats et du dérangement.

Si on ne veut pas sortir les oiseaux aquatiques du bois, il faut accélérer l'implantation de pratiques de gestion écosystémiques qui assureront le maintien de leurs habitats. Et comme plusieurs espèces dépendent des habitats forestiers pour au moins une partie de leur cycle vital, il faut garder à l'esprit que sortir les oiseaux aquatiques du bois, ça équivaldrait à les sortir de chez nous tout court.

Marcel Darveau est ingénieur forestier et biologiste responsable du Programme de la forêt boréale du Québec chez Canards-Illimités Canada, une organisation qui a pour mission de conserver les milieux humides et les habitats qui s'y rattachent au bénéfice de la sauvagine nord-américaine et de promouvoir un environnement sain pour la faune et les humains. Pour en savoir plus : www.canards.ca; (418) 623-1650

La connaissance au service des décideurs

Le ministère des Ressources naturelles et de la Faune poursuit annuellement une cinquantaine de projets majeurs sur la faune au Québec.

À ce chapitre, la Direction de la recherche sur la faune s'intéresse notamment à la biodiversité, à l'expérimentation de techniques de suivi et de contrôle de populations fauniques, aux répercussions de diverses interventions sur la faune et les habitats, à la gestion intégrée des ressources ainsi qu'aux dimensions socioéconomiques associées à la mise en valeur de la faune.

Concrètement, certains de ces travaux, qui se déroulent sur l'ensemble du territoire québécois, portent sur :

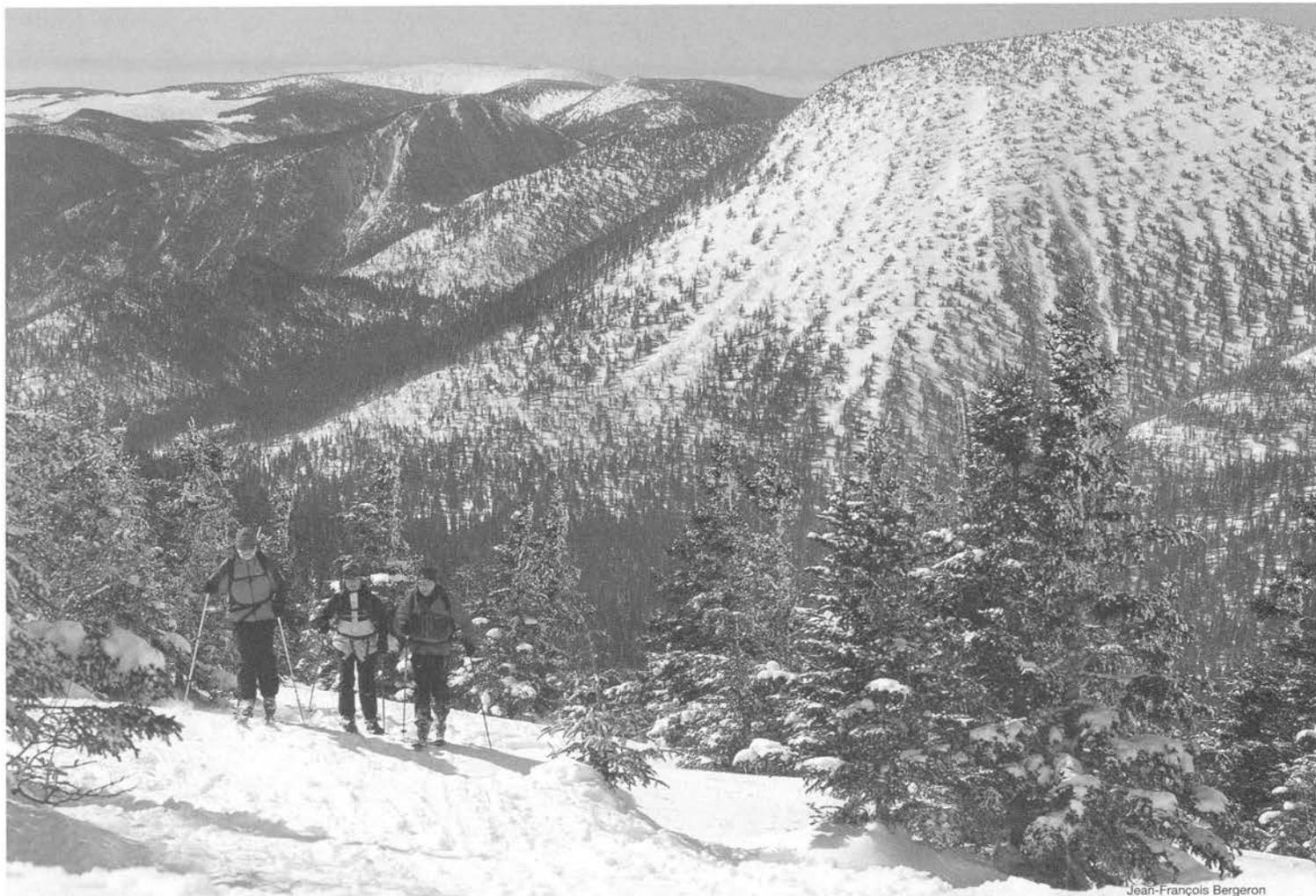
- la biodiversité : projets de recherche sur la conservation du caribou forestier;
- le Fleuve Saint-Laurent : divers projets visent à mesurer les effets des variations hydrologiques sur les populations de poissons et leurs habitats;
- les poissons d'eau douce : évaluation de l'impact des interventions forestières sur les espèces et leurs habitats;
- la faune et l'agriculture : acquisition de connaissances sur l'évolution de certaines espèces fauniques dans les paysages agricoles du Québec;
- le Grand-Nord : étude de la population de caribous de la toundra.

Le Ministère tient à remercier d'une façon toute particulière ses partenaires sans qui plusieurs de ces projets ne pourraient être menés à terme.

Ressources naturelles
et Faune

Québec





Jean-François Bergeron

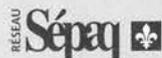
Le *Chic* d'une expérience infiniment différente. Le *Choc* de la vivre à 615 m d'altitude.

Soyez les premiers à vivre l'aventure suprême de la nouvelle Auberge de montagne des Chic-Chocs, au cœur de la réserve faunique de Matane, en Gaspésie. Dévaliez les montagnes de poudreuse abondante, du fameux massif des Chic-Chocs, ou relaxez dans le spa extérieur. Puis, savourez la cuisine de montagne exceptionnelle du réputé chef Alain Laflamme.

Le forfait, comprenant hébergement, 3 repas par jour, guide, équipement pour ski de haute route et raquette, transfert en véhicule sur chenilles, vous est offert à partir de 255 \$*. Dès le 26 décembre 2005, venez vous ressourcer en tout confort dans le cadre flamboyant de cette auberge de montagne unique et chaleureuse.

Tous les détails au www.chicchocs.com.

1 800 665-3091



* Prix par nuit par personne en occupation double. Taxes en sus.



Le *Chic* d'y aller. Le *Choc* d'en revenir.

Saviez-vous que...

Décès de Marcel Dulac

C'est avec regret que nous avons appris le décès d'un dévoué membre de la Société Provancher, monsieur Marcel Dulac, un important homme d'affaires de Matane, survenu le 18 août dernier.

Monsieur Dulac a fait partie, durant de nombreuses années, de l'équipe de monsieur Yvon Deschamps, ex-intendant de l'île aux Basques. Et c'est avec dévouement et toujours avec une grande générosité qu'il s'y rendait au cours de chaque printemps en vue de préparer la saison estivale et permettre ainsi de rendre le séjour des visiteurs toujours plus agréable. Et à l'automne, on le retrouvait sur l'île avec ses coéquipiers pour préparer les bâtiments et les diverses structures d'accueil pour la saison froide.

Il fut un grand bienfaiteur pour la Société Provancher, un organisme qu'il affectionnait particulièrement.

À son épouse, Monique et à ses enfants, Nathalie, Yves, Jean, Éric et Denis, nous offrons nos plus sincères condoléances.

Source : Société Provancher

Baguage d'oiseaux au territoire du marais Léon-Provancher



Le matin du 11 juin 2005, monsieur Réginald Ouellet dirigeait une activité d'initiation au baguage d'oiseaux sur le territoire du marais Léon-Provancher, à Neuville. Quatre filets japonais ont été tendus à proximité des sentiers situés près de l'accueil. Les conditions météorologiques ont malheureusement été défavorables et seulement trois captures ont eu lieu : deux bruants chanteurs et une paruline jaune. Une vingtaine de membres de la Société Provancher ont pu prendre connaissance des techniques de baguage et de nombreuses informations sur l'identification des oiseaux, sur les caractéristiques permettant de déterminer leur âge et leur sexe, sur leur comportement et sur les migrations. Ils ont pu voir les oiseaux de près, toucher à leur plumage, assister à la pose de la bague et à leur remise en liberté. Tous ont été enchantés de leur expérience et ont souhaité qu'elle soit renouvelée au cours des prochaines années.

Source : Société Provancher

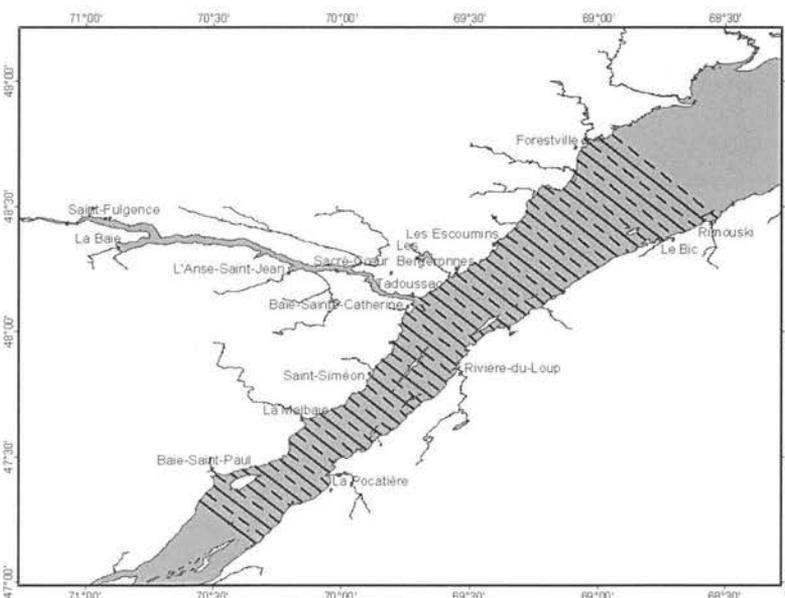
Relevé aérien de bélugas de l'estuaire du Saint-Laurent

Des scientifiques de l'Institut Maurice-Lamontagne ont procédé en août dernier à un double relevé aérien des bélugas du Saint-Laurent. L'objectif du relevé était de vérifier si les changements d'altitude de 457 m (1500') à 305 m (1000') peuvent influencer les estimations d'abondance des populations de bélugas, que ce soit la population du Saint-Laurent ou les populations du Nunavik (Nouveau-Québec).

Les résultats de ce relevé seront particulièrement importants pour comparer ceux qui ont été effectués au Nunavik à différentes altitudes au cours des dernières années. Ces travaux d'analyse des techniques d'échantillonnage sont réalisés dans le Saint-Laurent puisque la population qui s'y trouve est beaucoup mieux connue et répartie sur un plus petit territoire que celles du Nunavik. Ce relevé donnera du même coup une nouvelle estimation des bélugas du Saint-Laurent.

Deux des populations de bélugas du Nunavik, celles de l'est de la baie d'Hudson et de la baie d'Ungava, sont désignées *en voie de disparition* par le Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC). L'estimation de l'abondance est un élément important pour la désignation de ces populations ainsi que pour la gestion de l'espèce au Nunavik.

Source : Institut Maurice-Lamontagne
Pêches et Océans Canada
Jean-François Gosselin



Le relevé aérien a été effectué de Petite-Rivière-Saint-François à Rimouski. On a fait les survols de transects (lignes pleines et lignes pointillées) en alternance à 1 000 pi et à 1 500 pi.

Institut Maurice-Lamontagne

Départ à la retraite de Jean Boulva et nomination d'une nouvelle directrice

C'est après avoir consacré 30 ans de sa vie au service du public dans le domaine des sciences de la mer que Jean Boulva, directeur de l'Institut Maurice-Lamontagne et directeur régional des Sciences a quitté ses fonctions le 27 mai dernier.

Arrivé à Pêches et Océans Canada en 1976, Jean Boulva a d'abord travaillé à l'instauration du programme scientifique du Ministère au Québec. Il a ensuite été un joueur majeur dans la mise sur pied de l'Institut Maurice-Lamontagne, qu'il a dirigé à compter de son inauguration en 1987.

Durant toutes ces années, il a su mettre à profit son expertise et son expérience pour développer un centre de recherche de calibre international comportant des installations extraordinaires dont la collectivité scientifique profitera encore longtemps. Grâce aux nouvelles connaissances et aux nombreux produits et services qui résultent des travaux réalisés à l'IML, la population canadienne, et particulièrement les communautés côtières, lui sont aussi redevables.



Ariane Plourde, nouvelle directrice

En juillet 2005, Ariane Plourde prenait le relais et devenait la nouvelle Directrice régionale des sciences et Directrice de l'Institut Maurice-Lamontagne.

Agronome de formation, Ariane Plourde a d'abord orienté sa carrière en recherche forestière et acquis de l'expérience en gestion des sciences au Centre de foresterie des Laurentides du Service canadien des forêts (Ressources naturelles Canada). Elle y occupait, jusqu'à tout récemment, le poste de Directrice de recherche pour le Programme de biologie forestière. Elle est également, depuis quelques années, la présidente du Comité des sciences et technologie du Conseil fédéral du Québec, un vaste réseau interministériel des gestionnaires des laboratoires, centres et instituts de recherche fédéraux au Québec.



Native du Bas-Saint-Laurent, Madame Plourde revient maintenant à sa région d'origine pour relever de nouveaux défis dans un écosystème qui l'a toujours passionnée, le Saint-Laurent marin. Elle a toujours eu un intérêt pour les ressources naturelles et le développement régional. Selon elle, les océans jouent un rôle majeur dans le développement des régions maritimes. Elle croit qu'il est important d'allier les composantes économiques, sociales et environnementales pour une utilisation durable du milieu et de ses ressources.

En se joignant aux scientifiques de l'Institut Maurice-Lamontagne, Ariane Plourde souhaite maintenir l'excellence et la compétence des équipes en place, tant dans la pertinence des sciences et techniques développées que dans la qualité des services aux clients. « Avec mon équipe, je souhaite développer un lien constant avec les clients de l'Institut, de façon à ce que nous soyons proactifs, visionnaires et des leaders dans le milieu. »

Source : Institut Maurice-Lamontagne
Pêches et Océans Canada
Karina Laberge

Recherche sur les mammifères marins

Un nouveau site Internet est consacré à la recherche effectuée par Pêches et Océans Canada sur les mammifères marins. On y trouve des détails sur les différents laboratoires et équipes scientifiques à travers le pays ainsi que sur les projets de recherche en cours.

Le site compte également une importante collection de photographies illustrant les diverses espèces de mammifères marins et le travail de terrain.

www.osl.gc.ca/mm/fr/index.html

L'OSL...
À signaler
Plus d'Info
Ressources
Publications
Questions

Recherche sur les mammifères marins

- Objectifs
- Thèmes de recherche
- Laboratoires et équipes
- Intérêt général
- Liens



Pêches et Océans Canada Fisheries and Oceans Canada

Canada

English	Contactez-nous	Aide	Recherche	Site du Canada
Accueil	Observer	Apprendre	Comprendre	Naviguer

Observatoire du Saint-Laurent
St. Lawrence Observatory



Recherche sur les mammifères marins



Revisé le : 2005-07-18

Avis importants

Espèces envahissantes aquatiques aux Îles-de-la-Madeleine : Mise à jour

En 2005, Pêches et Océans Canada (MPO) s'est impliqué dans le dossier des espèces envahissantes aquatiques aux Îles-de-la-Madeleine. Sensibilisation, intervention, recherche sont le mot d'ordre dans la lutte contre les envahisseurs.

Après la découverte de quelques crabes verts dans des trappes à anguille, à l'automne 2004, le MPO a entrepris un programme de suivi et des pêches intensives au crabe vert pour mesurer l'étendue du problème et tenter de ralentir sa propagation. L'échantillonnage de l'automne 2004 avait permis de trouver deux crabes dans le bassin aux Huîtres. La pêche s'est poursuivie à l'été 2005 dans le même secteur et en différents endroits des Îles qui pourraient être propices à l'établissement de cette espèce, mais elle n'a pas permis de retrouver d'autres spécimens. Bonne nouvelle? Oui, parce que ces résultats laissent croire que l'invasion n'est peut-être pas très avancée. Cependant, les biologistes restent vigilants, car l'absence de capture en 2005 ne signifie pas pour autant qu'il n'y a plus de crabes verts aux Îles. Les pêcheurs d'anguilles, qui ont des chances d'attraper des crabes verts, ont également reçu de l'information spécifique pour identifier et rapporter leurs prises au MPO.

D'autres travaux de recherche se sont concentrés sur la distribution de l'algue *Codium*. Cette algue verte est présente aux Îles depuis au moins deux ans. Déjà observée en bonne quantité



Pêches et Océans Canada - P. Archambault

Le crabe vert est petit et agressif. La couleur de son dos est verdâtre et sa carapace possède 5 pointes évidentes de chaque côté des yeux. Ses deux pinces sont de taille différente. Le bout de ses patte arrière est pointu, légèrement aplati et garni de soies.



Pêches et Océans Canada - P. Archambault

Le crabe vert peut causer des dommages aux herbiers de zostère qui couvrent le cinquième de la superficie des lagunes aux Îles-de-la-Madeleine.

Le CRABE VERT
The GREEN CRAB

The green crab causes damage to the seagrass beds that cover one fifth of the surface area of the Magdalen Islands lagoons.

The green crab is an expert at opening the shells of mussels, soft-shell clams, oysters, and even young scallops. Its voracious appetite has the potential to slow aquaculture, an industry in full expansion.

The green crab has a highly varied diet and that much of its prey is also eaten by lobster and rock crabs, both of which are fished commercially around the islands.

Le crabe vert est petit et agressif. La couleur de son dos est verdâtre et sa carapace possède 5 pointes évidentes de chaque côté des yeux. Ses deux pinces sont de taille différente. Le bout de ses patte arrière est pointu, légèrement aplati et garni de soies.

The green crab is small and aggressive. Its back is greenish in colour and there are five obvious spines along each side of its eyes. Its two claws differ in size. The tips of its back legs are pointed, slightly flattened and bear hairs.

Le crabe vert est expert pour ouvrir les coquilles des moules, des myes, des huîtres et même des jeunes palourdes. Son appétit vorace pourrait ralentir l'aquaculture, qui est en pleine développement.

Le crabe vert a une diète très variée et mange beaucoup de proies qui font également partie des menus de homards d'Amérique et de crabe commun, qui sont pêchés aux Îles.

The green crab is an expert at opening the shells of mussels, soft-shell clams, oysters, and even young scallops. Its voracious appetite has the potential to slow aquaculture, an industry in full expansion.

The green crab has a highly varied diet and that much of its prey is also eaten by lobster and rock crabs, both of which are fished commercially around the islands.

Ce panneau d'information sur le crabe vert fait partie de l'exposition sur les espèces envahissantes, présentée au centre d'interprétation des Portes de l'est à Grosse-Île.

Source : Institut Maurice Lamontagne
Pêches et Océans Canada
Karina Laberge

Au sujet des poissons appâts

La capture de poissons appât est une activité commerciale peu connue, qui est pratiquée par quelques pêcheurs commerciaux, notamment dans les régions de la Montérégie et de Montréal. Cette activité permet de répondre à la demande des pêcheurs sportifs qui utilisent des menés vivants pour la pêche là où de tels appâts sont permis. Malgré que cette pêche commerciale soit réglementée, ses impacts sur certains poissons classés menacés ou vulnérables sont peu documentés.

Afin de mieux connaître la situation, la Société Provancher collabore présentement avec le ministère des Pêches et Océans Canada, le Centre de données sur le patrimoine naturel du Québec et le ministère des Ressources naturelles et de la Faune à la réalisation d'une étude sur l'évaluation de l'impact de la pêche commerciale aux poissons appâts sur cinq espèces de poissons en situation précaire au Québec : le fouille-roche gris, le dard de sable, le chevalier cuivré, le méné d'herbe et le brochet vermiculé. La biologiste Julie Boucher est chargée de réaliser cette étude qui permettra de progresser dans la connaissance des facteurs qui influencent ces espèces de poissons.

Source : Société Provancher

Nouvelles des activités au marais Léon-Provancher

La saison 2005 est déjà terminée et, cette année encore, le marais Léon-Provancher a accueilli de nombreux visiteurs. Depuis son inauguration, ce territoire demeure, pour les ornithologues passionnés et les amateurs occasionnels, un endroit privilégié reconnu pour la diversité de sa faune aviaire. Chaque automne, le site est très fréquenté par les visiteurs qui profitent des dernières journées ensoleillées avant la saison morte. Durant cette période, les couleurs vives de la végétation à proximité des sentiers situés au sud du territoire offrent des paysages toujours spectaculaires.

Parmi les événements marquants de la saison, notons la présence inhabituelle d'un phoque commun, en juillet, qui s'est prélassé au soleil quelques jours sur les berges du territoire et dans les environs. La curiosité du mammifère marin a permis, aux visiteurs présents en matinée, de le voir de très près.

Par ailleurs, la Société Provancher a poursuivi ses projets relatifs aux infrastructures même si, en apparence, les personnes qui fréquentent le territoire n'ont pas observé de changements sur le terrain.

D'une part, un plan de signalisation détaillé a été complété cet été selon le concept défini l'an dernier. Le matériel a été commandé et les poteaux servant de structure ont été peints. L'installation devrait être complétée à l'automne, si la température le permet. La nouvelle signalisation fait suite à plusieurs demandes de visiteurs qui désiraient que les sentiers soient mieux identifiés. Par leur concept et leurs couleurs, les différentes affiches dans les sentiers seront efficaces tout en s'harmonisant, de façon discrète, au milieu naturel.

D'autre part, la Société a poursuivi les démarches concernant le projet de construction d'un abri au Marais. L'abri, qui pourra accueillir une cinquantaine de personnes, servira de lieu de rassemblement lors des animations pour les groupes scolaires ainsi que pour la tenue de diverses activités. Il sera également mis à la disposition du grand public comme aire de repos. L'an dernier, une campagne de financement auprès des membres de la Société a permis d'amasser des fonds à cet effet; ensuite, une demande de subvention a été complétée au printemps. Accordée en septembre 2005 par Evergreen, en partenariat avec Home-Dépôt, la subvention comprend une participation au coût la main-d'œuvre en plus de la contribution monétaire. La Société a maintenant les ressources financières pour aller de l'avant

Île aux Basques, saison 2005

Une autre saison vient de se terminer. La saison 2005 est en général comparable à la saison 2004. En effet, nous notons une légère baisse dans le nombre de personnes qui ont fréquenté les chalets, mais qui fut compensée par une augmentation du nombre de nuits de location. Les revenus de location ont enregistré une petite augmentation par rapport à 2004.

En ce qui concerne les visites guidées, une légère diminution a été observée (1114 en 2004 par rapport à 1066 en 2005), attribuable au bris du moteur du bateau qui a privé les usagers de trois jours de traversée.

Tous ceux qui ont fréquenté l'île ont pu se rendre compte que les rats musqués réintroduits l'année dernière à l'étang ont fait leur travail. Bien que certaines personnes aient pu observer un ou deux rats musqués, il nous est impossible pour le moment de connaître la population actuelle par rapport à celle qui a été introduite (13 rats musqués). D'autre part, aucune mention de la présence de renard n'a été enregistrée cette saison.

Nous mettons beaucoup d'efforts présentement dans l'acquisition d'un nouveau bateau. Nous tenons à remercier tous ceux et celles qui ont fait un don pour nous aider dans ce dossier.

Source : Société Provancher

L'énigme des hirondelles noires

De 1963 à 1965 ainsi qu'en 1972, monsieur Pierre Ducas, un passionné d'ornithologie, a recueilli une foule de données sur la nidification de l'hirondelle noire. Ses observations ont eu lieu à une époque où cette hirondelle occupait les basses terres du Saint-Laurent jusque dans la région de La Pocatière. Depuis lors, son aire de répartition s'est rétrécie considérablement. Les colonies établies le plus à l'est ont disparu, et elle ne niche maintenant que dans la grande région de Montréal. La qualité des observations de monsieur Ducas et la minutie dont il a fait preuve lors de ses relevés ont produit des données à haute valeur scientifique, lesquelles n'ont malheureusement pas été suffisamment exploitées.

Après avoir été approchée par M. Ducas pour la publication de ses données, la Société Provancher a accepté de collaborer à leur mise en valeur. L'aide financière de quelques organismes a été sollicitée. Elle a permis l'embauche de la biologiste Jacinthe Tardif qui, sous la supervision de Marcel Darveau, prépare actuellement deux articles scientifiques qui porteront sur divers paramètres de la reproduction de l'hirondelle noire au Québec. Les données prises avant son déclin sont importantes car elles serviront de point de référence par rapport à la situation actuelle. Les organismes suivants collaborent financièrement au projet : la Société québécoise de protection des oiseaux, l'Association québécoise des groupes d'ornithologues, la Société zoologique de Québec, Canards Illimités et la Société Provancher.

Source : Société Provancher

avec ce projet. Des démarches sont en cours et devraient se poursuivre jusqu'au en février 2006 pour compléter les plans et devis. La construction du préau est prévue au début du printemps. La Société Provancher tient à remercier tous les donateurs sans qui de tels projets ne pourraient se concrétiser.

En terminant, rappelons que le territoire du marais Léon-Provancher est accessible gratuitement durant toute l'année. En hiver, des sentiers pour le ski de randonnée et la randonnée pédestre sont entretenus par la municipalité de Neuville. De plus, plusieurs amateurs de plein-air profitent des lieux pour pratiquer la raquette.

On vous y attend !

Source : Société Provancher

Au 5^e Forum social mondial¹ : le combat pour une économie écologique

Simon Bédard

Le Forum social mondial (FSM) est un rassemblement de différents organismes et d'individus désireux de partager leurs vues sur les problématiques sociales, culturelles, politiques, économiques et, dans le cas qui nous intéresse, environnementales. Cette réunion annuelle, qui est une réponse au Forum économique mondial de Davos, permet non seulement d'identifier les problèmes, mais également de proposer des solutions pour tenter de les régler. Ce forum comprend des conférences, des ateliers et une série d'activités d'information et de discussion.

Les principaux sujets environnementaux traités au 5^e FSM seront exposés plus loin, mais tout d'abord, il est important de présenter le campement de la jeunesse.

Le campement de la jeunesse

En marge du FSM, a été créé le Campement de la jeunesse. Dans un même lieu, cohabitent des jeunes et des moins jeunes, des quatre coins du monde, qui veulent assister ou non au Forum. C'est un lieu de convergence où tout est à construire : toilettes, douches, cafétéria, espaces thématiques, centre des médias et de traduction, sécurité du site, accueil des arrivants, etc. Tout est mis en œuvre pour établir un espace de partage et de commodités. Cet exercice de cogestion, effectué avec la collaboration de différentes nations – chacune avec sa mentalité, sa façon de voir et de faire – apparaît comme un élément porteur d'avenir pour tous ceux et celles qui désirent construire un monde dans le respect et le partage des autres cultures et des autres réalités mondiales.

Quelques thèmes environnementaux traités au 5^e Forum social mondial

L'eau, un bien public

Dans l'exemple du Burkina Faso, la privatisation de l'eau est déjà enclenchée et elle est incontournable. Cette privatisation s'est développée sous les ailes bienveillantes du Fonds monétaire international (FMI) et de la Banque mondiale qui ont servi de bailleurs de fonds. Les entreprises et les gens d'affaires qui travaillent à la privatisation de cette ressource possèdent déjà leur stratégie; ils veulent prendre l'eau pour la vendre.

En réponse à cette privatisation, une conférence présentée en association avec le comité international pour le Contrat mondial de l'eau, Emmaüs Internationale et le comité du Forum alternatif mondial de l'eau (FAME) 2005, sous la présidence de R. Petrella et de A. Velasco, souhaitait identifier les actions à mener sur le plan international pour concrétiser l'accès à l'eau avant 2020. L'intention première était de favoriser l'émergence d'une plate-forme mondiale sur des objectifs concrets dans le domaine de l'eau et de permettre des alliances entre les différents organismes et mouvements qui œuvrent dans ce domaine, dans le but de préserver cette ressource. Afin de contrer cette lancée de la privatisation de la ressource aquatique, l'association des différents mouvements est primordiale et urgente pour faire face au forum institutionnel qui vise la privatisation à tout prix. En ce sens, le Forum alternatif mondial de l'eau 2005, tenu à Genève au mois de mars dernier, s'est déroulé autour de quatre thèmes



Installations pour les conférences et les ateliers

Simon Bédard est technicien de la faune indépendant.



SIMON BEDARD

Installations sanitaires, campement de la jeunesse



SIMON BEDARD

Dans les rues de Porto Alegre, Brésil, marche d'ouverture du FSM 2005



SIMON BEDARD

vités aquatiques afin de protéger et de contrôler les ressources aquatiques, végétales et ichtyologiques de leur environnement. On trouve maintenant dans ce paysage un barrage hydroélectrique qui a entraîné des changements dans le sol et la salinité de l'eau qui annihilent aujourd'hui la pêche et les cultures. D'autres exemples démontrent que le modèle de développement actuel privatise les biens publics et maintient les populations dans la misère. C'est le cas des compagnies espagnoles qui ont la main mise sur plusieurs compa-

principaux: « L'eau doit être un droit universel »; « L'eau doit être un bien public »; « La gestion de l'eau doit se faire à travers les institutions et les réseaux », et « Un trésor mondial doit être créé pour le financement ». Le FAME suggère d'établir des propositions qui seraient transformées en lois, avec l'objectif de réduire de moitié la population qui n'a pas accès à l'eau potable d'ici 2020.

La justice environnementale comme instrument de l'affrontement du modèle de développement

En Colombie, le plan de fumigation² contre la coca, orchestré par les États-Unis, a permis la destruction de 138 ha de plantation afin de lutter contre ce trafic. Le problème est qu'avec ce plan d'intervention, d'abord écrit en anglais et traduit en espagnol par la suite, il reste encore 90 ha de coca. De plus, la fumigation a également entraîné la destruction des autres cultures de subsistance et, par le fait même, un exode des gens vers les villes et une augmentation de la violence. Alors que les États-Unis sont les plus grands consommateurs de cocaïne, il est légitime de se demander à qui profite la fumigation qui maintient le peuple colombien dans la misère et dans la dépendance des pays plus riches. On sait également que toute personne qui tente d'établir ou de former des groupes de gauche en Colombie, a de bonne chance de voir ses jours prématurément écourtés. Même si l'ONU a dénoncé ce génocide politique, la situation ne semble pas vouloir se rétablir. Toujours en Colombie, constatant le manque de collaboration gouvernementale, des pêcheurs de l'Ouest s'étaient réunis pour effectuer, eux-mêmes, la surveillance des acti-

gnies sud-américaines en ce qui concerne l'énergie et les télécommunications. Au Chili et en Argentine, les autochtones Mapuches sont grandement touchés par l'expropriation, souvent menacés et parfois tués, par la volonté gouvernementale d'instaurer des barrages et des mines sur les territoires ancestraux vendus à des compagnies étrangères. On n'a qu'à penser au cas de la compagnie canadienne Meridian Gold qui se promet d'exploiter la mine d'or d'Esquel en Argentine ou encore à bien d'autres compagnies canadiennes qui exploitent des mines au Pérou et au Mexique, souvent contre la volonté des populations locales.

Ces faits démontrent qu'il y a un réel problème de privatisation des services publics et que les entreprises jouissent d'une trop grande latitude en raison de la faiblesse des lois environnementales dans certaines régions du globe. Il existe un déséquilibre dans la protection de l'environnement en fonction du niveau économique des pays. Ainsi, plus un pays vise le développement de son économie, plus les lois environnementales sont réduites, ce qui facilite la mouvance de grosses compagnies étrangères dans les pays en développement, souvent accompagnée d'avantages marginaux et de pots de vins.

Il devient évident que la justice mondiale doit se munir de lois environnementales pour contrer les dérapages de l'économie mondiale. Il doit y avoir une réelle volonté de lutter contre les capitaux louches et marginaux, d'éliminer le chantage et les pots de vins cachés. Un projet de loi mondial doit être instauré pour protéger l'environnement et les différents écosystèmes contre les pratiques économiques



Lieu d'hébergement pour les participants, campement de la jeunesse

actuelles. Aussi, les différents syndicats doivent poursuivre leur internationalisation et leur démocratisation afin de travailler, ensemble, autour de la plus grande table possible.

L'économie écologique

Aux Philippines, l'Organisation mondiale du commerce (OMC) et la Banque mondiale ont financé la construction d'emplacements et d'infrastructures permettant la culture intensive de crevettes. Cette initiative devait permettre d'établir une économie plus solide. Par contre, la destruction des forêts de palétuviers, qui établissent une barrière naturelle contre les déchaînements de la nature, a entraîné une dizaine de milliers de personnes dans la mort et détruit les installations lorsqu'un typhon est venu frapper la côte. Le produit intérieur brut (PIB) avait augmenté, mais où se trouvent maintenant le profit et le bénéfice ?

On a toujours su que l'économie libérale traditionnelle ne fonctionnerait pas et qu'elle ne fonctionnera jamais. C'est un constat d'échec. L'explication : elle ne tient pas suffisamment compte des conséquences environnementales, sociales et culturelles. Deux grandes crises frappent l'économie actuelle : la dégradation de l'environnement et la dégradation des droits de propriété. L'économie actuelle provoque la dégradation des écosystèmes et engendre des expropriations forcées en faveur de l'exploitation des ressources par des multinationales. Environ le quart des conflits entre les multinationales et les pays concerne effectivement l'environnement. De plus, l'OMC et la Banque mondiale par leur système de choix de prêts et d'octrois d'argent, contribuent directement à la dégradation des écosystèmes. Avec la venue à la présidence de la Banque mondiale de Paul Wolfowitz, numéro deux du Pentagone, les choses ne semblent pas s'améliorer.

Dans les solutions discutées au FSM, l'économie écologique devrait permettre une écologie durable, une réelle égalité et une réelle justice, une efficacité économique (contre le gaspillage) et les décisions devraient être démocratiques. L'OMC et la Banque mondiale pourraient également être remplacées par un organisme issu de l'ONU. De plus, l'économie devra tenir compte des retombées écologiques, sociales et culturelles dans ses choix et ses investissements. Toutefois, dans la recherche de modèles économiques viables, les spécialistes se heurtent à un grand défi : Comment calculer mathématiquement les pertes environnementales, sociales et culturelles d'un projet qui ferait, par exemple, augmenter le produit intérieur brut (PIB) ?

Le constat étant fait, l'économie que les dirigeants devront mettre en place devra tenir compte des conséquences environnementales et accorder autant, sinon plus d'importance aux valeurs primordiales de l'air et de l'eau qu'à la valeur des biens. Pour saisir cette réalité, il suffit simplement de se demander ce que l'on choisirait : les biens terrestres ou l'air pour respirer ?

Pour en savoir plus

www.forumsocialmundial.org.br

www.fame2005.org

www.waterjustice.org

www.tni.org

1. Le 5^e Forum social mondial (FSM) s'est tenu à Porto Alegre, Brésil, du 26 au 31 janvier 2005. Simon Bédard fut désigné par la Société Provancher pour y participer et fut parrainé par l'Office Québec-Amérique pour la jeunesse.
2. Opération consistant à produire des fumées, des vapeurs désinfectantes ou insecticides.



LA SOCIÉTÉ
PROVANCHER
D'HISTOIRE
NATURELLE
DU CANADA

La Société Provancher d'histoire naturelle du Canada, créée en 1919, est un organisme sans but lucratif qui a pour objet de regrouper des personnes intéressées aux sciences naturelles et à la sauvegarde de l'environnement.

Contribuez directement à la conservation et à la mise en valeur des propriétés de la Société Provancher :

- l'île aux Basques : située en face de la ville de Trois-Pistoles. Refuge d'oiseaux migrateurs et lieu historique national du Canada désigné en 2001;
- l'île La Razade d'en Haut : située en front de la municipalité de Notre-Dame-des-Neiges de Trois-Pistoles. Refuge d'oiseaux et site historique;
- l'île La Razade d'en Bas : située dans la municipalité de Saint-Simon-de-Rimouski. Refuge d'oiseaux;

Note : Le refuge d'oiseaux migrateurs de l'île aux Basques et de l'archipel des Razades couvre une zone de protection de 933 ha, comprenant la partie terrestre et la partie maritime.
(Source : Service canadien de la faune)

- le site historique Napoléon-Alexandre-Comeau, à Godbout, sur la Côte-Nord;
- le territoire du marais Léon-Provancher : 125 ha, un site récréo-éducatif voué à la conservation et situé à Neuville, acquis le 3 avril 1996; et
- l'île Dumais et le rocher aux Phoques, 15,9 ha (région de Kamouraska) ainsi que les territoires de Kamouraska (32 ha) dont la Société Provancher est la gestionnaire depuis le 25 octobre 2000, agissant à titre de mandataire de la Fondation de la faune du Québec.

En devenant membre de la Société Provancher, vous recevrez *Le Naturaliste canadien*, deux fois par année.

La revue *Le Naturaliste canadien* a été fondée en 1868 par Léon Provancher. Elle est la plus ancienne revue scientifique de langue française au Canada.

Vous y trouverez des articles sur la faune et la flore; la conservation des espèces et les problèmes environnementaux; le fleuve Saint-Laurent et le bassin qu'il dessert; les parcs du Québec et du Canada; l'ornithologie, la botanique, l'entomologie; les sciences de la mer et les activités de la Société Provancher ainsi que sur les autres organismes de conservation au Québec.

FORMULAIRE D'ADHÉSION

Année : _____

Nom : _____ Prénom : _____

Adresse : _____ App. : _____

Ville : _____ Code postal : _____
prov.

Téléphone : rés. : () _____ bur. : () _____

Activité professionnelle : _____ Courriel : _____

Cotisation : Don : \$ [] Carte familiale : 25 \$ []
Membre individuel : 20 \$ [] Membre corporatif : 50 \$ []

Je désire recevoir les formulaires de réservation pour les camps de l'île aux Basques : oui non

Signature : _____
Veuillez rédiger votre chèque ou mandat à l'ordre de la Société Provancher et le faire parvenir à l'adresse indiquée.

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

Société Provancher
4740, boul. Wilfrid-Hamel, bureau 130
Québec QC G1P 2J9

Pour vos prochaines vacances,

l'île aux Basques...

**lieu de ressourcement,
d'histoire et de vie**

Trois camps à votre disposition :

- ▲ le camp Léon-Provancher : capacité d'accueil de huit personnes
- ▲ le camp Rex-Meredith : capacité d'accueil de quatre personnes
- ▲ le camp Joseph-Matte : capacité d'accueil de 16 personnes



Chaque camp est équipé d'un réfrigérateur et d'un poêle au gaz propane, d'un appareil de chauffage et d'ustensiles de cuisine.

Le prix de location des camps Léon-Provancher et Rex-Meredith est global, peu importe le nombre de personnes qui y séjournent ; on doit néanmoins respecter la capacité d'accueil de chacun de ces camps.

Le camp Joseph-Matte a été conçu pour accueillir des groupes. La tarification est établie suivant certains critères.

Le cahier des réservations des camps est disponible à partir de la mi-février de chaque année et envoyé à tous les membres de la Société Provancher qui en ont fait la demande. Le cahier des réservations contient toutes les informations nécessaires sur les séjours à l'île, les formulaires pour les réservations de même que les règlements qui régissent les séjours. La politique de la Société est de traiter les demandes de réservation dans l'ordre où elles sont reçues.



LA SOCIÉTÉ
PROVANCHER
D'HISTOIRE
NATURELLE
DU CANADA

Les membres de la Société Provancher et le public en général qui désirent visiter l'île aux Basques peuvent le faire en communiquant directement avec le gardien de l'île. Des visites guidées quotidiennes sont organisées durant toute la saison. On peut communiquer avec le gardien de l'île aux Basques, Jean-Pierre Rioux, au numéro de téléphone 418-851-1202, à Trois Pistoles



CHARLES COMBES

Les tortues marines p. 37



MARTIN GUILLET

Havre de pêche de Saint-Godefroi, en Gaspésie



MARTIN GUILLET

Tortue bâtarde



PARK DE LA GASPÉSIE - COC

Sels de voirie p. 75



La prédation du caribou p. 44



FRANÇOIS GOSSELIN

CONVENTION DE LA POSTE-PUBLICATION NO 40999003
RETOURNER TOUTE CORRESPONDANCE NE POUVANT ÊTRE
LIVRÉE AU CANADA À :
LA SOCIÉTÉ PROVANCHER D'HISTOIRE NATURELLE DU CANADA
130-4740 BOUL WILFRID-HAMEL
QUÉBEC QC G1P 2J9