

le naturaliste canadien

Volume 129, numéro 1
Hiver 2005

LA SOCIÉTÉ PROVANCHER
D'HISTOIRE NATURELLE
DU CANADA



STEVE D. COTE



Au sommaire

- LES ACCIDENTS CAUSÉS PAR LA GRANDE FAUNE
- LES MULETTES AU QUÉBEC
- L'ÉPERLAN ARC-EN-CIEL, ESPÈCE VULNÉRABLE ?
- PLAN D'AMÉNAGEMENT FORESTIER D'ANTICOSTI
- HERPÉTOLOGIE DES COLLINES MONTRÉGIENNES ET DE LA CÔTE-NORD
- L'HISTOIRE DU QUÉBEC REVUE À TRAVERS SES PARCS

LE MOT DU PRÉSIDENT

Le mot du président

Michel Lepage fait part des préoccupations de son conseil d'administration en vue d'améliorer encore les services rendus aux membres, aux visiteurs des territoires de la Société Provancher ainsi qu'aux lecteurs du Naturaliste.

par Michel Lepage

GENS D'ACTION

Gaston Cadrin, écologiste

À la tête du GIRAM, ce géographe environnementaliste mène depuis plus de vingt ans de nombreuses actions en faveur de la conservation de la nature dans la grande région de Québec et aussi à l'extérieur du pays où on a fait appel à son expérience.

par Michel Lessard

NOS GRANDS NATURALISTES

Adrien Robert c.s.v., un entomologiste d'envergure

Malgré une carrière trop courte, le frère Adrien Robert, professeur d'entomologie à l'Université de Montréal et grand spécialiste de la taxinomie des coléoptères et des odonates, a laissé des remarquables collections maintenant regroupées sous le nom de collection Ouellet-Robert.

par Pierre Paul Harper

MUSÉOLOGIE SCIENTIFIQUE

« Échantillon », mot-clef et concept central pour les collections de sciences naturelles

En cherchant le mot-clef le plus approprié pour désigner les composantes des collections de sciences naturelles, l'auteur montre que les naturalistes aujourd'hui portent moins d'attention aux disciplines essentiellement descriptives comme la taxinomie pour s'intéresser aux associations végétales et animales, aux écosystèmes et à l'évolution, ce qui a pour effet de changer la fonction des collections scientifiques. Il montre aussi le rôle indispensable joué par l'informatique et plaide pour un meilleur financement des musées scientifiques.

par Pierre Brunel

BOTANIQUE

Les espaces boisés du flanc nord-ouest du mont Royal: une richesse à découvrir sur le campus de l'Université de Montréal

Une démarche systématique a permis aux auteurs de s'assurer d'une connaissance précise de ce petit boisé-école, d'évaluer sa valeur écologique et de fournir les données nécessaires à sa mise en valeur.

par Patrick Boivin, Jacques Brisson et André Bouchard

Extension d'aire du saule faux-monticole au Québec (*Salix pseudomonticola*)

Une nouvelle station de cette espèce considérée comme rare au Québec a été découverte près du lac Albanel.

par Marcel Blondeau

ENTOMOLOGIE

3 La collection d'insectes de Victor-Alphonse Huard 30

Tout en rendant hommage au Séminaire de Chicoutimi pour le legs de cette collection d'insectes aux Collections de l'Université Laval, l'auteur évoque la personnalité originale du chanoine Huard, homme cultivé et érudit, qui fut aussi un disciple de l'abbé Provancher.

par Jean-Marie Perron

HERPÉTOLOGIE

4 Mortalité des tortues sur les routes de l'Outaouais 35

Cette étude qui se veut préliminaire, montre que la mortalité routière des tortues adultes est importante lors de la période de ponte et pourrait entraîner la disparition des espèces les plus vulnérables.

par Jean-François Desrochers et Isabelle Picard

5 Les amphibiens et les reptiles des collines montérégiennes: enjeux et conservation 42

Après avoir montré la richesse herpétologique de sept des dix collines montérégiennes étudiées, les auteurs s'inquiètent de la disparition de plusieurs espèces et proposent des solutions pour préserver la biodiversité et assurer la conservation de ces milieux particulièrement riches, mais aussi très menacés par les développements agricoles et urbains.

par Martin Ouellet, Patrick Galois, Roxane Pétel et Christian Fortin

10 Sortie herpétologique sur la Côte-Nord et au Labrador: de Natashquan à St-Lewis 50

Ces observations recueillies par l'auteur au cours de vacances en 2003 et 2004 sont une invitation à découvrir l'herpétofaune boréale qui nous réserve de belles surprises.

par Christian Fortin

GRANDE FAUNE

14 Existe-t-il des solutions à la problématique des accidents routiers impliquant la grande faune? 57

Après avoir fait une revue des connaissances acquises qui montre la gravité du problème, les auteurs présentent les grandes lignes du projet conjoint qui prend toute sa signification avec l'annonce de l'élargissement de la route 175 dans la réserve des Laurentides.

par Christian Dussault, Marius Poulin, Jean-pierre Ouellet, Réhaume Courtois, Catherine Laurian, Mathieu Leblond, Jacques Fortin, Laurier Breton et Hélène Jolicœur

14 Teneurs en cadmium dans le foie et les reins d'ours noirs (*Ursus americanus*) en Abitibi-Témiscamingue 63

Recueillis dans une zone particulièrement contaminée proche d'une fonderie, les échantillons ont montré à l'analyse que les teneurs de cadmium dans le rein et le foie des ours sont bien influencées par l'âge et le sexe de l'animal ainsi que par la distance séparant la fonderie du site de capture. Les effets du cadmium étant mal connus, il est recommandé de ne pas manger les foies et les reins de ces animaux dans les régions à risques.

par Marcel Paré et Hélène Jolicœur

Les stratégies de reproduction chez les femelles de la chèvre de montagne (*Oreamnos americanus*) 70

Le déclin généralisé des populations de chèvres en Alberta a amené les auteurs à étudier les facteurs de reproduction les plus favorables à la conservation de l'espèce. Ainsi, l'étude montre que ce sont les chèvres de huit à douze ans qui contribuent le plus à la reproduction et assurent la meilleure survie des chevreaux: survivre pour se reproduire à nouveau semble la meilleure stratégie pour conserver l'espèce.

par *Steeve D. Côté et Marco Festa-Blanchet*

FAUNE AQUATIQUE

Les mulettes au Québec 78

Les auteurs nous présentent ici un groupe de moules d'eau douce passablement méconnu au Québec mais dont l'importance est considérable pour les écosystèmes et comme bio-indicateurs. Menacées de déclin notamment par l'introduction de la moule zébrée, les mulettes font maintenant l'objet d'inventaires systématiques.

par *Annie Paquet, Isabelle Picard, François Caron et Stéphanie Roux*

L'éperlan arc-en-ciel (*Osmerus mordax*) anadrome du sud de l'estuaire du Saint-Laurent : Une population en voie de désignation comme espèce vulnérable 86

Les nombreux travaux menés depuis 15 ans sur cette espèce ont montré sa vulnérabilité et ont souligné l'abandon de plusieurs frayères importantes qui expliquerait la diminution de cette population. Un plan de rétablissement est proposé qui demandera la contribution de nombreux intervenants.

par *Guy Trencia, Guy Verreault, Michel Legault et Valérie Tremblay*

Modélisation numérique 2D de l'habitat des poissons du Saint-Laurent fluvial pour évaluer l'impact des changements climatiques et de la régularisation 96

L'impact des variations de débit du fleuve sur l'habitat des poissons a pu être établi avec succès pour dix espèces clés et six scénarios de débit, par cette modélisation qui s'avère être un outil précieux pour mieux comprendre et prévoir les effets de la régularisation du fleuve et des changements climatiques sur les écosystèmes.

par *Marc Mingelbier et Jean Morin*

SCIENCES DE LA MER

Effets de la pêche et de la prédation sur l'écosystème du nord du golfe du Saint-Laurent 103

En développant des modèles écosystémiques, le programme CDEENA qui vient de prendre fin, a cherché à expliquer les changements survenus dans le golfe depuis le milieu des années 1980 jusqu'au milieu des années 1990, et notamment leur impact sur la morue. Les résultats montrent notamment le rôle déterminant de la surpêche, l'importance de la prédation par les phoques mais aussi le changement des conditions environnementales.

par *Claude Savenkoff, Martin Castonguay et Denis Chabot*

FORESTERIE

L'île d'Anticosti a son plan général d'aménagement intégré des ressources du milieu forestier 110

Fruit d'une remarquable concertation avec les gens du milieu et de nombreux travaux de recherche, ce plan déposé en mars dernier vise à obtenir un équilibre entre la population de cerfs et la végétation d'origine au moyen de techniques uniques tant par leur nouveauté que par leur envergure.

par *Pierre Beaupré, Christian Bédard, Claude Dufour, André Gingras, Chantal Malenfant et François Potvin*

PARCS ET AIRES PROTÉGÉES

Les parcs nationaux du Québec : de grandes pages de l'histoire humaine du Québec 118

Les parcs nationaux du Québec ont fait une large part dans leurs programmes d'interprétation à l'occupation humaine et à l'utilisation du territoire, comme nous le montre l'auteur dans ce survol de l'histoire du Québec revue à travers la visite de ses parcs.

par *Jean-Pierre Guay*

LES ROUTES DE L'INTERNET

Les espèces menacées 124

par *Marianne Kugler*

LES LIVRES

126

SAVIEZ-VOUS QUE...

129

En page couverture: « La chèvre de montagne (*Oreamnos americanus*) est un des grands mammifères les moins étudiés d'Amérique du nord. » Ces photos illustrent les propos de Steeve D. Côté et Marco Festa-Blanchet dans leur article en page 70.

Photos: Steeve D. Côté et Yanick Gendreau

Par leur soutien financier,
le ministère de l'Environnement 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 tout ici remerciés.

**La Société Provancher remercie
ses généreux bienfaiteurs**

Mai 2004 à novembre 2004



Banville, Diane
Beaudin, Éric
Bouchard, Michel
Castonguay, Gérard
Desbiens, Jacques
Jones, Richard
Têtu de Labsade, Françoise

Ministère de l'Environnement du Québec



LA SOCIÉTÉ
PROVANCHER
D'HISTOIRE
NATURELLE
DU CANADA

Président

Michel Lepage

1^{er} Vice-président

Jean-Clément Gauthier

2^e Vice-président

Éric-Yves Harvey

Secrétaire

Christian Potvin

Trésorier

André St-Hilaire

Administrateurs

Michel Cantin

Jean-Claude Caron

Gabriel Filteau

Jean Fortin

Sylvie Matte

Diane Ostiguy

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

Camille Rousseau

Huguette Carretier

Impression et reliure

AGMV

MARQUIS

Édition



Les Éditions l'Ardoise
9865, boul. de l'Ornière
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 2004

Bibliothèque nationale du Québec

© La Société Provancher d'histoire

naturelle du Canada 2004

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@mediom.qc.ca

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



Au cours de l'été 2004, des centaines de visiteurs, dont plusieurs de nos membres, ont fréquenté les territoires protégés par la Société Provancher pour y observer la faune et la flore ou pour s'y ressourcer dans un cadre naturel reposant. Une promenade dans les sentiers du territoire du marais Léon-Provancher à Neuville ou un séjour à l'île aux Basques fut pour plusieurs d'entre eux l'occasion de faire des observations et des découvertes intéressantes. La lecture du *Naturaliste canadien* leur a aussi permis de prendre connaissance de divers travaux liés à la conservation des milieux naturels et de découvertes récentes touchant la faune, la flore et l'environnement. La Société Provancher tente ainsi de sensibiliser ses membres à diverses problématiques environnementales, d'améliorer leurs connaissances sur la nature et de contribuer à l'amélioration de leur qualité de vie.

Toute société oeuvrant dans les domaines de la conservation de la nature est, un jour ou l'autre, confrontée aux limites de ses interventions, celles-ci étant conditionnées par les ressources financières auxquelles elle a accès et par l'engagement et l'effort de bénévolat que peuvent fournir ses membres. Doit-elle se restreindre aux champs d'intervention présentement occupés et améliorer la qualité de ses services ou élargir ses champs d'activité? Les membres du conseil d'administration de la Société Provancher se préoccupent de cette question et ont périodiquement procédé à des remises en question.

La publication du *Naturaliste canadien* est le pivot des interventions de la Société Provancher. À cet égard, une plus grande diffusion de cette revue de vulgarisation scientifique est recherchée, notamment auprès des bibliothèques publiques, des écoles et des institutions tant universitaires que collégiales. Si la production de chaque numéro fait appel à de nombreuses heures de bénévolat et à l'implication de personnes dédiées au succès de cette revue, le financement de sa diffusion est toujours incertain et la recherche d'un apport financier régulier et à long terme est l'objectif visé par la Société. Diffusion élargie et recherche de financement sont donc les deux axes d'intervention sur lesquels nous travaillons actuellement.

Par le passé, les territoires protégés par la Société Provancher ont fait l'objet de plans de protection et de mise en valeur. Ces plans sont actuellement en révision pour tenir compte des connaissances acquises sur ces territoires et sur leur utilisation par l'homme. Assurer leur mise en valeur de façon durable est au cœur de nos préoccupations. Les activités d'éducation et d'écotourisme ne doivent pas se développer au détriment des milieux naturels et des organismes qui les habitent. La recherche d'un équilibre entre conservation et mise en valeur est un souci constant du conseil d'administration de la Société.

Les activités à caractère éducatif de la Société sont aussi passées en revue. Nos territoires ne pourraient-ils pas être davantage exploités par les clubs de jeunes naturalistes et les groupes scolaires? La qualité des activités offertes est-elle adéquate? Le développement de nos activités éducatives ne devrait-il pas tenir compte de celles des autres organismes afin qu'elles soient complémentaires et le moins concurrentielles possible? Ce sont là quelques questions sur lesquelles des membres de la Société Provancher spécialisés en éducation se penchent présentement.

Le conseil d'administration de la Société Provancher a donc beaucoup de pain sur la planche. Les remises en question sont toujours stressantes, mais combien stimulantes. Avec le support de nos membres, de nos donateurs et de nos commanditaires, nous comptons aller plus loin dans la qualité des services offerts à nos membres et aux visiteurs des territoires que nous protégeons ainsi qu'aux lecteurs de la revue le *Naturaliste canadien*.

Michel Lepage, président

Gaston Cadrin, écologiste

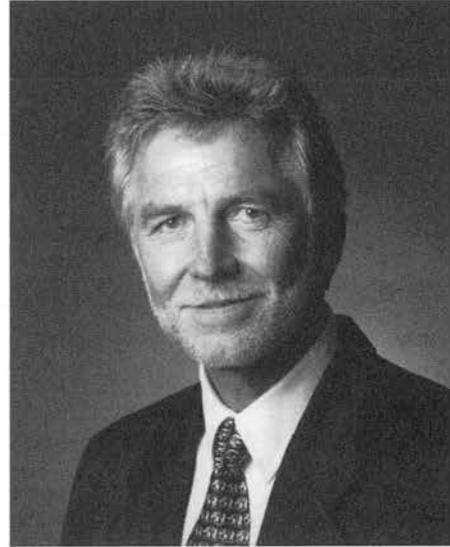
Michel Lessard

Depuis 30 ans, Gaston Cadrin mène une carrière d'enseignant au niveau collégial dans la région de Québec. Après une formation en pédagogie à l'Université de Sherbrooke, il obtient en 1978 un baccalauréat en géographie de l'Université Laval. Pour satisfaire sa passion de l'écologie, il poursuit des études de deuxième cycle à l'Université du Québec à Montréal qui lui décerne en 1990 une maîtrise en Sciences de l'environnement. Formateur méticuleux, quelques milliers de collégiens et de collégiennes lui doivent une sensibilisation dynamique et plusieurs, un engagement public aux valeurs environnementales inscrites dans les patrimoines naturels et culturels du pays. Entre 1984 et 1986, il prête momentanément ses services au ministère de l'Environnement du Québec, au secteur de l'assainissement des eaux.

Le professeur Cadrin se fera une solide réputation de critique environnemental et de chevalier en matière de conservation de la nature par ses nombreuses actions réfléchies et bien préparées, ses dossiers d'analyses, ses conférences de presse, un engagement bénévole indéfectible étalé sur trois décennies et salué par de nombreuses récompenses institutionnelles.

En 1983, entouré de collègues du Cégep Lévis-Lauzon, il crée le Groupe d'initiatives et de recherches appliquées au milieu (GIRAM), toujours actif dans la grande région de Québec depuis sa fondation. En 20 ans, l'organisme a traité plus d'une centaine de dossiers, analysé toutes sortes de projets de développement et fait différentes recommandations qui ont toujours été rapportées par la presse régionale ou nationale. Par le sérieux de ses interventions, le GIRAM, maintenant ouvert à tous ceux qui ont à cœur la conservation de la nature et la qualité de notre milieu de vie, est une association respectée que les élus, les professionnels de l'environnement et du patrimoine, les promoteurs-développeurs consultent et écoutent avant d'engager certains projets de société. Gaston Cadrin agit comme figure de proue du GIRAM dont il a assumé la présidence pendant la plupart des années de son existence.

L'état de santé du Saint-Laurent et des grandes rivières de la région, la Chaudière et l'Etchemin, le classement du Saint-Laurent comme patrimoine national, la qualité et la politique de l'eau, la création de parcs régionaux d'envergure – la Martinière, le boisé de l'Auberivière, le Domaine de Lanaudière à Saint-Vallier de Bellechasse sa patrie –, l'intégrité des milieux fragiles et des lieux de sens – les berges du Saint-Laurent, les chutes de la Chaudière, les chutes Montmorency, la rivière Sainte-Anne, la rivière Boyer, le parc des Champs de batailles qui fut un jour menacé par l'implanta-



tion d'un terminal d'aluminerie au pied des plaines d'Abraham – la pollution sonore par le tourisme en hydravion, la menace de marées noires par le trafic maritime d'Ultramar, la protection et la mise en valeur des centres-villes de la région, l'harmonie urbanistique entre les zones bâties et les parties vertes, l'évaluation critique de projets à la grève Gilmour ou au monastère des Trappistines de Saint-Romuald, voilà autant de sujets où Gaston Cadrin et le GIRAM sont intervenus avec vigueur, soit pour enclencher de nouveaux regards, soit pour épauler activement des groupes de citoyens en plein élan « d'assumance » de leur milieu. À la fin de 2004, le géographe environnementaliste s'est fortement impliqué dans le réalignement de l'implantation d'un port méthanier à Beaumont, devant l'île d'Orléans, dans le portail maritime triomphal du bassin de la Capitale nationale.

L'influence de Gaston Cadrin dépasse les limites du Québec. Entre 1997 et 2001, avec Garneau international basé au cégep où il enseigne, le Laos le reçoit et l'écoute en matière d'environnement urbain. Il y rédige le premier guide vert applicable aux villes de ce pays d'Asie. Il agira comme conférencier à plusieurs rencontres professionnelles à l'extérieur du pays.

Conférences, entrevues sur la sauvegarde des paysages, sur la sensibilisation au développement durable, sur les risques et menaces qui pèsent sur le Saint-Laurent et ses affluents, sur l'intégrité des sites naturels et culturels de sens, mettent régulièrement le professeur Gaston Cadrin sous les feux de l'actualité. ◀

Michel Lessard, Ph.D., historien est professeur titulaire à l'Université du Québec à Montréal.

Adrien Robert c.s.v. Un entomologiste d'envergure

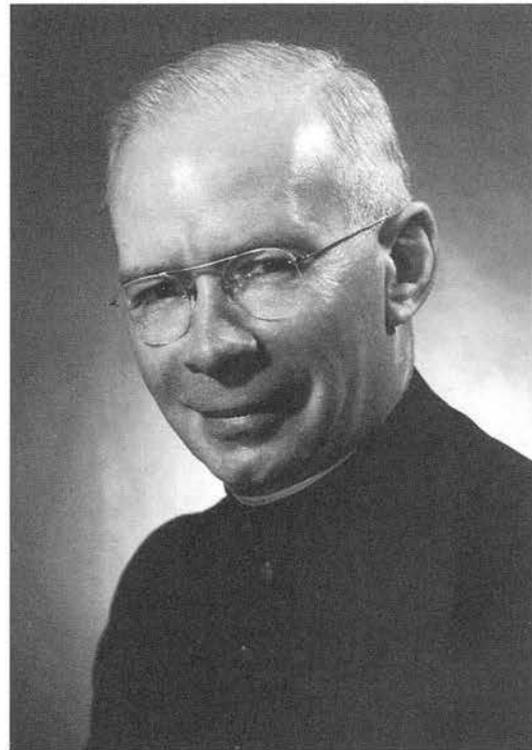
Pierre Paul Harper

Je n'ai pas connu le frère Adrien Robert ; je ne l'ai rencontré qu'une seule fois au printemps 1964, l'année de son décès. J'étais loin de me douter du rôle qu'il jouerait dans ma vie de futur entomologiste ; je ne savais pas non plus que j'étais destiné à lui succéder éventuellement à titre de professeur d'entomologie à l'Université de Montréal, pendant 34 ans, et de directeur de la Station de biologie de l'Université de Montréal (SBUM) à Saint-Hippolyte (maintenant Station de biologie des Laurentides, SBL), pendant 11 ans.

Adrien Robert est né en 1906 à l'Ange-Gardien, un village rural près de Saint-Hyacinthe. Entré encore adolescent chez les Clercs de Saint-Viateur, il est affecté dès l'âge de 18 ans à l'enseignement, une vocation qu'il exerce en particulier à l'Institut des Sourds-Muets, une oeuvre importante de sa communauté. Il parfait ses études pour l'enseignement général (B.A. au Collège Bourget, 1939 ; Lic. Péd. à l'Université de Montréal, 1942) et rien ne semble le destiner à sa future carrière d'entomologiste professionnel.

Sauf, bien sûr, qu'à l'Institut des Sourds-Muets il se lie d'amitié avec son confrère beaucoup plus âgé, le frère Joseph Ouellet (1869-1952), un amateur averti d'entomologie qui occupe tous ses loisirs depuis l'âge de 17 ans à parcourir forêts et champs à la recherche surtout de Coléoptères et de Diptères, ses groupes de prédilection (curieusement, il ne collectionnait pas les papillons !). Le frère Ouellet sera l'un des grands collectionneurs d'insectes de notre histoire et ses spécimens ont enrichi toutes les grandes collections universitaires et institutionnelles du Québec. Très respecté par les entomologistes québécois pour ses connaissances encyclopédiques sur les insectes et pour ses riches collections, le frère Ouellet est depuis longtemps en contact avec le groupe d'entomologistes amateurs-professionnels (Gustave Chagnon, l'abbé Ovila Fournier et Lionel Daviault) qui mettront en place, en 1937, un programme de certificat d'entomologie à l'Université de Montréal destiné aux enseignants et aux naturalistes. De 1935 à 1942, le frère Ouellet, qui a dépassé l'âge de la retraite, agit d'ailleurs à titre de responsable des travaux pratiques, particulièrement de taxonomie, dans ce programme. C'est à cette époque que le frère Robert entreprend une licence en sciences naturelles à l'Université de Montréal, diplôme qu'il obtient en 1946.

Lorsque le frère Ouellet quitte l'université à cause d'une santé chancelante et d'un âge avancé, c'est tout

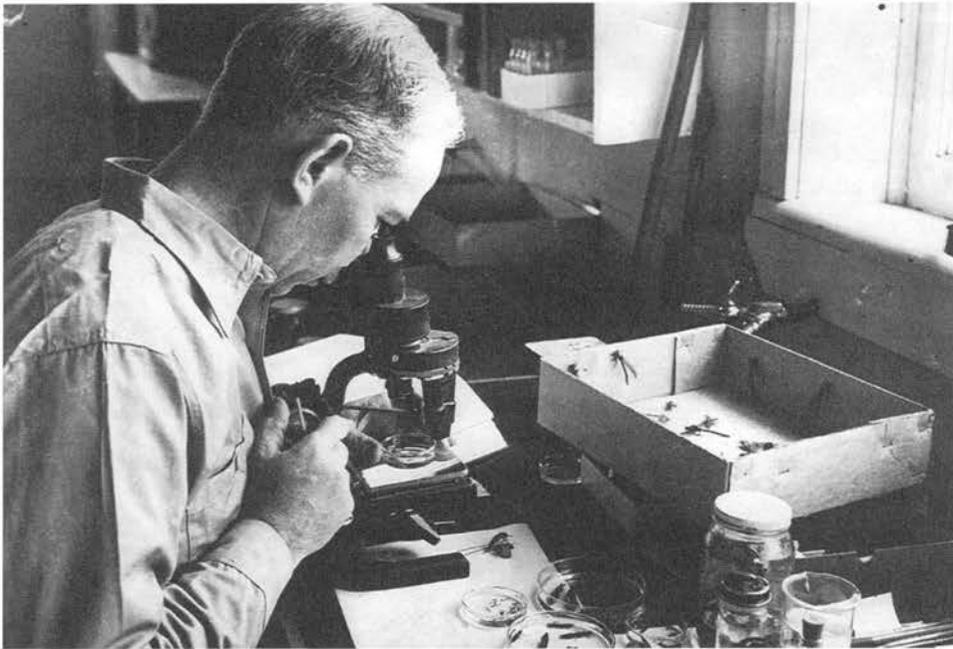


naturellement au frère Robert que l'on fait appel pour le remplacer, en 1944. Mais, Adrien Robert aspire à devenir un entomologiste professionnel et c'est pourquoi il s'associe au seul professionnel du groupe, Lionel Daviault, un spécialiste de l'entomologie forestière qui a étudié à Oka, McGill, Montréal, Paris et Nancy et qui assure, de 1937 à 1942, l'enseignement de l'entomologie forestière à titre de professeur auxiliaire. Depuis 1943, Lionel Daviault est responsable de la pépinière de Berthierville du ministère québécois des Terres et Forêts, après avoir été, dès 1931, le premier entomologiste forestier à travailler au gouvernement fédéral. C'est là qu'Adrien Robert entreprend ses travaux de thèse, en 1946, qui aboutiront à un doctorat en 1953. Le travail s'intitule « *Les insectes de l'orme aux niveaux de l'écorce et du bois et leur relation avec la maladie hollandaise* » ; il sera primé par le

Pierre Paul Harper est entomologiste et professeur au
Département de sciences biologiques de l'Université
de Montréal

gouvernement du Québec (Prix David, sciences naturelles, troisième prix ex-aequo) en 1952. C'est une excellente thèse, tout à fait moderne dans sa conception et sa facture, qui combine une partie descriptive, l'inventaire des insectes associés à l'écorce et au bois de l'orme (principalement, les Coléoptères, les Hyménoptères et les Diptères) et l'étude des cycles biologiques des vecteurs potentiels et de leurs parasites, avec une partie expérimentale sur le potentiel de transmission de la maladie par les charançons. Les résultats seront présentés au Congrès international d'entomologie qui se tient à Montréal, en 1956, et en plusieurs rapports techniques.

En 1946, Adrien Robert devient chargé de cours d'entomologie à l'Université de Montréal, tout en poursuivant ses recherches de doctorat. Une fois sa thèse en voie d'achèvement, il devient professeur assistant en 1951 et professeur agrégé en 1954. Il sera titularisé l'année de sa mort en 1964. En plus de l'entomologie, il assure les cours de zoologie générale et donne même des cours sur les mammifères. Sa carrière d'entomologiste professionnel se résumera donc à ces dix courtes années pendant lesquelles son activité a été considérable et en tous points remarquable.



Le frère Robert est, par goût et par formation, un spécialiste de la taxonomie des Coléoptères. Il abandonnera assez rapidement l'entomologie expérimentale, sauf pour de petites incursions sur la biologie des mantes et les cycles de Coléoptères, pour se consacrer à l'inventaire de la faune coléoptérologique. Il établira un catalogue des espèces québécoises pour son propre usage, mais aussi pour la mise à jour, en 1962, du manuel devenu classique sur « Les principaux coléoptères de la province de Québec », publié en feuillets dans « Le Naturaliste canadien » par Gustave Chagnon et réuni en un seul tome en 1940. Toute sa vie, il s'intéressera aux Coléoptères et se spécialisera dans les staphylyns. Il collectionne

néanmoins tous les groupes de Coléoptères et envisage un catalogue des espèces du parc du Mont-Tremblant où il passe ses étés de 1952 à 1961. Il voudra faire de même à la Station de biologie, mais la maladie l'empêchera de réaliser son projet.

En 1946, il décrira une nouvelle espèce, *Tachinus quebecensis* Robert, qui est toujours valide. Il envisagera plus tard une révision importante des *Philonthus* dont le manuscrit restera inachevé à sa mort; ses spécimens et ses notes ont servi à la révision magistrale faite plus tard (*Memoirs on Entomology* 3, 946 p.) par Ales Smetana d'Agriculture Canada. Le frère Robert était un excellent taxonomiste qui connaissait admirablement la faune locale. Il avait accumulé des données considérables sur les Coléoptères et il était devenu un spécialiste reconnu; il était donc mûr pour aborder des travaux originaux de plus grande envergure, mais son décès prématuré l'a empêché d'exploiter ce potentiel. Il était aussi handicapé par les moyens limités de l'époque à l'Université: les instruments optiques à sa disposition restaient rudimentaires et ses collections étaient logées dans des armoires de bois, toujours sujettes à l'attaque des parasites.

Le groupe le plus près de son cœur est cependant celui des Odonates. Dès 1935, il récolte des Odonates à Nominigüe où sa communauté possède une maison d'été et en fait une recension dans le *Naturaliste canadien* en 1939, sa première publication scientifique. Derrière le texte fleuri caractéristique de l'époque apparaît le naturaliste déjà expert qui allie de solides connaissances taxonomiques à de pertinentes observations écologiques. Il complètera ses travaux par d'autres explorations en Abitibi (1944), au parc du Mont-Tremblant (1953, 1962) et dans la région de Mistassini (1956). C'est d'ailleurs dans cette région qu'il découvrira une nouvelle espèce qu'il nommera *Somatochlora brevicincta* Robert, en 1954. Ses études odonatologiques culminent avec la publication en 1963 de l'ouvrage « Les libellules du Québec », qui permet d'identifier

les adultes des deux sexes des 130 espèces alors connues au Québec, tout en précisant l'écologie et les mœurs de chacune. C'est un bel ouvrage qu'on a toujours plaisir et intérêt à consulter et qui, plus que tout autre, a fait découvrir les libellules à de nombreux amateurs et professionnels. Les clés d'identification sont limpides et merveilleusement illustrées avec des dessins simples, clairs et précis. C'est dans cet ouvrage que le frère Robert se révèle dans la force de sa maturité scientifique. Il parle d'autorité, fort de sa longue expérience de terrain et de ses innombrables observations et captures. Son style s'est simplifié, tout en gardant son charme.

De 1952 à 1961, c'est à la Station biologique du Mont-Tremblant, au lac Monroe, qu'il passe ses étés. Déjà passionné de libellules, il s'intéresse désormais aux autres insectes des lacs et des cours d'eau. Il publiera successivement des travaux sur les gyrins (1955, 1963), les punaises aquatiques (1956) et les taons (1960), sans négliger pour autant les insectes terrestres, Orthoptères (1960) et puces (1962). Il y a cependant un nouveau groupe qui l'attire particulièrement, à partir de 1957, c'est celui des Trichoptères. Il placera de grandes cages d'émergence dans la rivière du Diable et dans plusieurs ruisseaux tributaires (des Femmes, des Érables) et étudiera la composition et la répartition saisonnière des espèces (1958, 1960). L'année de sa mort, il avait deux cages installées dans l'émissaire du lac Cromwell à la Station de biologie de Saint-Hippolyte, un projet qui sera terminé par son successeur immédiat, Jean-Guy Pilon, et une doctorante, Françoise Duranthon-Gautheron. C'est un groupe qu'il maîtrise bien et sa contribution s'annonçait très prometteuse. Il voit aussi dans ces études sur les insectes aquatiques des retombées pour les études écologiques des poissons que mènent au parc du Mont-Tremblant, Albert Courtemanche et son collègue le frère Jean-René Mongeau. Il publiera même un petit travail sur l'alimentation des truites de piscicultureensemencées dans la rivière du Diable (1960) et sur celle du brochet (1963); il s'est aussi intéressé au maskinongé et au saumon.

En 1963, l'Université de Montréal fonde à Saint-Hippolyte, dans les Basses-Laurentides, une Station de biologie pour l'enseignement de l'écologie et des sciences naturelles, mais aussi pour les travaux de recherche des professeurs et des étudiants des cycles supérieurs. Le frère Robert, riche de son expérience au lac Monroe, est tout naturellement désigné comme premier directeur. C'est une tâche gigantesque qui l'attend, car tout est à faire et, à l'époque, le directeur est responsable de tout : il doit superviser le déblaiement des routes et la construction des pavillons, tout en mettant sur pied les premiers programmes de recherche. Appuyé par quelques étudiants, il met tout en branle à la fois, entreprenant un vaste inventaire du territoire : plantes, vertébrés et bien sûr insectes, tant aquatiques que terrestres. Il n'y passera qu'un seul été; au printemps 1964, ses ennuis de santé l'empêchent de continuer. Cependant, l'impulsion qu'il a donnée à la station et la culture qu'il y a instaurée continueront jusqu'à ce jour.

Adrien Robert meurt le 15 août 1964, en la fête de l'Assomption, emporté prématurément par le cancer à l'âge de 58 ans.

Une carrière scientifique, somme toute, très courte : il complète ses études de biologie tard à l'âge de 47 ans et meurt une décennie plus tard. On est étonné par tout ce qu'il a réussi à faire en si peu de temps. Ses connaissances entomologiques sont encyclopédiques et il maîtrise bien la taxonomie locale d'au moins sept ordres d'insectes (Coléoptères, Odonates, Trichoptères, Siphonaptères, Orthoptères et plusieurs familles d'Hétéroptères, de Diptères et de Neurop-

tères). Il fait des contributions majeures aux deux premiers et s'annonce comme un bon spécialiste du troisième. Cette vaste érudition est admirable, elle fait sa force, mais aussi sa faiblesse. Personne ne peut en embrasser si large sans risquer d'être quelquefois superficiel; le frère Robert le sera rarement. C'est pourquoi son nom restera attaché aux Odonates sur lesquels il a fait ses meilleurs travaux et, dans un degré moindre, aux Trichoptères où il a fait oeuvre de pionnier.



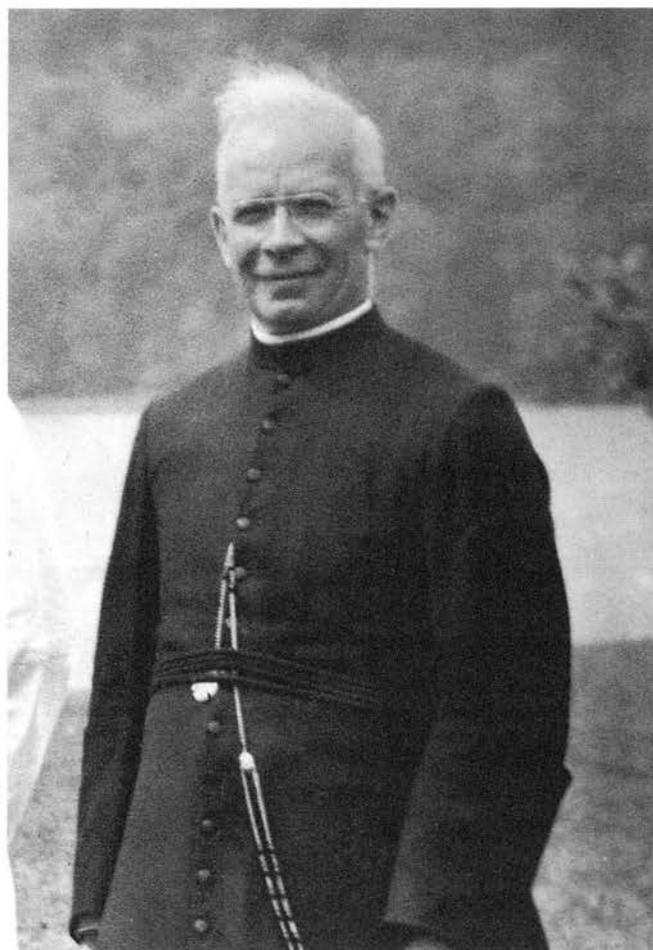
Le frère Robert laisse le souvenir d'un excellent enseignant, rigoureux dans ses présentations et ses exigences, mais capable de transmettre le feu sacré pour les insectes et la nature en général. En font foi les carrières entomologiques qu'il a suscitées directement et indirectement (René Béique, Jean-Guy Pilon, Bernard Philogène, Robert Trottier, pour ne nommer que ceux que je connais). Encore là, ses intérêts sont vastes et il dirigera aussi des étudiants qui travaillent sur l'écologie aquatique, en particulier celle des poissons.

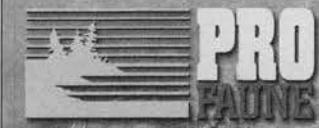
C'est un homme de forte carrure avec une belle tête et des mains puissantes. Il est exigeant pour lui-même et pour les autres et la première génération d'étudiants à la Station de biologie se souvient encore du régime de discipline quasi monacal qu'il y avait installé. Mais tous gardent de lui un souvenir admiratif pour sa passion de la nature, son érudition impressionnante et sa capacité incroyable de travail.

L'héritage le plus important qu'Adrien Robert laisse à la communauté scientifique est cependant sa collection d'insectes. À ce titre, il est le digne successeur du frère Ouellet. Collectionneur infatigable, il s'est intéressé à tous les groupes et il a continué à enrichir les collections sous sa responsabilité. À sa mort, ses spécimens sont répartis entre la collection de l'Université et sa collection personnelle à l'Institut des Sourds-Muets. Grâce à la générosité et à la vision des Clercs de Saint-Viateur, il est décidé de regrouper toutes ces collections parallèles à l'Université en une collection unique. Ainsi, les diverses collections du frère Ouellet, réparties dans divers instituts des Clercs et celles du frère Robert, s'ajouteront à la collection de l'Université pour former la Collection Ouellet-

Robert. Avec l'arrivée des des cégeps et la transformation des collèges classiques, les collections de ces écoles viendront s'ajouter et elles contiennent invariablement des spécimens du frère Ouellet. L'ensemble forme donc une riche collection d'insectes au Québec, fort représentative de la faune passée et actuelle de la vallée du Saint-Laurent et des Laurentides ; c'est l'une des plus riches et des plus diversifiées ; seule la Collection Lyman au Collège Macdonald (McGill) est plus importante. L'intégration de tout ce matériel épars s'est avérée une tâche herculéenne. Heureusement, M^{me} Monique Coulloudon, qui avait été l'assistante du frère Robert et qui avait été formée par lui, s'est attelée à la tâche et y a consacré plusieurs années. Les tiroirs ont été transférés dans des armoires de métal à l'abri des parasites et la collection a été déménagée au pavillon Marie-Victorin. Le système de classification et de catalogage instauré par le frère Robert est toujours utilisé (bien que l'informatique s'installe actuellement à petits pas). C'est une collection admirablement bien tenue dans laquelle tous les spécimens sont esthétiquement montés et parfaitement étiquetés, témoins d'une tradition de travail minutieux et rigoureux instaurée par le frère Ouellet et continuée par le frère Robert et Madame Coulloudon.

Entomologiste universel, Adrien Robert s'est intéressé à tous les groupes et en a maîtrisé de nombreux. Sa contribution à l'entomologie québécoise est considérable, mais nous n'avons connu que les prémices d'une carrière interrompue au moment où elle atteignait sa vitesse de croisière. ◀





- 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



J. Denis Roy, ll. b.

NOTAIRE ET CONSEILLER JURIDIQUE

TÉLÉPHONE : 661-8014
 TÉLÉCOPIEUR : 661-9691
 COURRIEL : jdroy@notarius.net

2059, CHEMIN DE LA CANARDIÈRE
 BUREAU 4
 QUÉBEC G1J 2E7

La nature vous réserve des surprises.

Des décors splendides, une variété d'activités au grand air, des hébergements tout confort qui vont au-delà de vos attentes, voilà la promesse d'un séjour inoubliable au cœur de l'hiver québécois. Car si la nature est accueillante, c'est dans notre nature de bien vous accueillir.

Jean Sylvain



J.-P. Huard

Station touristique **** Duchesnay

Forfait Neige et glace

133\$ par personne par nuit*

- Petit déjeuner et souper (service inclus)
- Une destination de premier choix pour l'hiver
- À seulement 30 minutes du Vieux-Québec
- 64 kilomètres de pistes de ski de fond
- Visite de l'Hôtel de Glace



Camp Mercier Réserve faunique des Laurentides

61\$ par personne par nuit*

- 9 chalets à proximité des sentiers
- Literie et cuisine équipée
- À seulement 45 minutes de Québec
- 70 kilomètres de pistes de ski de fond
- Conditions d'enneigement idéales



J.-P. Huard

Gîte du Mont-Albert **** Parc national de la Gaspésie

Forfait Détente

112\$ par personne par nuit*

- Petit déjeuner et souper (service inclus)
- Cuisine raffinée
- Hébergement en montagne exceptionnel
- Idéal pour la raquette
- Ski nordique sur 161 km de pistes
- 24 kilomètres de pistes de ski de fond

Découvrez toutes les richesses que la nature du Québec a à vous offrir et profitez-en pour faire un véritable retour aux sources.

1 800 665.6527

www.sepaq.com

* Occupation double. Taxes non incluses. Prix sujets à changement sans préavis.

RÉSEAU **Sépaq** 

« Échantillon », mot-clef et concept central pour les collections de sciences naturelles

Pierre Brunel

Dans un numéro récent de la SPNHC Newsletter, diffusé par la « Society for the Preservation of Natural History Collections », John E. Simmons (2004), gestionnaire des collections du Musée d'histoire naturelle de l'Université du Kansas, s'interroge pertinemment sur la désignation la plus appropriée de toutes les « composantes » (i. e. les objets) des collections de sciences naturelles. Après avoir passé en revue les équivalents anglais des mots « artefact », « item », « objet », « spécimen » et « chose », il conclut que le mot « élément » serait le plus convenable, parce qu'il est le plus général. L'*Oxford English Dictionary* est la seule source lexicographique citée par l'auteur. Dans les paragraphes qui suivent, j'entends montrer, en recourant à un autre dictionnaire, que le mot « échantillon » est plus approprié, car le mot « élément » désigne un concept beaucoup trop englobant qui inclut toute abstraction faisant partie d'un ensemble ou d'une « chose » plus grande, qui peut être tout aussi abstraite.

Les écologistes, les taxinomistes et les autres naturalistes savent bien que l'étude de la nature s'est énormément transformée depuis les époques de Linné et de Darwin, aux XVIII^e et XIX^e siècles. Le développement de l'écologie, de l'éthologie et de la génétique au XX^e siècle a notamment eu pour effet de réduire les préoccupations des naturalistes pour la taxinomie, la floristique et la faunistique, essentiellement descriptives, et de déplacer leurs intérêts vers les associations végétales et animales (i. e. les communautés, ou biocénoses), vers les écosystèmes et les mécanismes qui les structurent, et enfin vers l'évolution, qui explique les lointaines origines des groupes d'espèces. Bref, l'intérêt pour les espèces individuelles, leur identification et leur classification s'est progressivement déplacé vers les groupements d'espèces, les facteurs physico-chimiques de leur environnement, et les facteurs historiques de leur phylogénie.

En raison de ressources nettement insuffisantes, les musées d'histoire naturelle ont eu beaucoup de difficultés à adapter leurs collections de recherche à cette évolution. Encore aujourd'hui, la plupart des musées conservent leurs collections avec un souci prioritaire pour les espèces et les spécimens qui en sont les plus représentatifs, plutôt que pour les ensembles d'espèces. Cette tendance est encore plus marquée chez les collectionneurs privés, notamment chez les entomologistes autodidactes, particulièrement nombreux au Québec. Car les deux fonctions taxinomiques et écologiques conservent toujours toute leur importance pour une étude sérieuse de la biodiversité (Brunel, 2004), ce qui signifie que par leur nature même de service à toutes les recherches,

les collections de sciences naturelles sont appelées à toujours se développer. Les besoins en espace et en personnel pour les rendre accessibles devraient donc augmenter avec le temps et les progrès scientifiques. Or le contraire semble plutôt se produire.

Les développements technologiques survenus pour raffiner les recherches écologiques ont multiplié les méthodes de prélèvement des végétaux, des animaux et des microbes dans la nature. Bien sûr, dans les habitats terrestres visibles et facilement accessibles comme les prairies, les forêts, ou même les déserts et les marécages, on peut encore prélever à la main une plante ou un insecte, tuer ou piéger un oiseau, un mammifère ou un autre vertébré d'assez grande taille, tout comme Linné et les anciens naturalistes le faisaient. On prélève alors généralement un ou quelques individus à la fois, de façon assez aléatoire et sélective, selon ses intérêts, traditionnellement plutôt taxinomiques. Et les modes de prélèvement étaient et peuvent encore demeurer très rudimentaires, sans que les organismes ainsi mis en collection perdent de leur intérêt.

Les méthodes de prélèvement inventées pour les recherches écologiques, de plus en plus quantitatives, ont toutefois permis de prélever d'un coup des groupes d'animaux ou de végétaux comprenant des nombres considérables d'individus. Ces méthodes avaient d'ailleurs été inventées depuis longtemps pour les milieux aquatiques, notamment les fonds marins exploités par les pêcheurs : l'utilisation du chalut, ce filet en forme de poche que traîne le navire et qui racle le fond en ramassant tous les gros animaux qui s'y trouvent, remonte au Moyen Âge, et celle de la drague n'est probablement pas beaucoup plus récente. Le filet à plancton, inventé par Hensen à la fin du XIX^e siècle, permet encore aujourd'hui de prélever une communauté planctonique entière : comme pour les chaluts, la dimension des mailles détermine quelle fraction de cette communauté multidimensionnelle sera prélevée.

Les « éléments » d'une collection muséologique sont donc des objets très concrets. Leur interprétation ou leur explication peut devenir abstraite, mais les abstractions ne sont pas véritablement des « composantes » d'une collection. Selon moi, désigner un animal ou une plante comme étant un « objet » (désignation « raisonnable » selon Simmons) ne le ravale pas au rang inférieur des objets non biologiques tels

Pierre Brunel, professeur honoraire au Département de sciences biologiques de l'Université de Montréal, est biologiste et océanographe. Il est président de l'Institut québécois de la biodiversité.

que les roches, comme Simmons semble le penser lorsqu'il invoque « un certain poids historique » pour rejeter le terme « objet ». En outre, après avoir cité le sens inapproprié du mot anglais « object », soit « objection » ou « obstacle », l'auteur cite la définition appropriée de ce mot : « quelque chose qui peut être vu, touché, ou autrement senti ». Cela décrit assez bien le contenu de la plupart des collections, tant d'histoire naturelle que d'artéfacts humains. Mais des sonogrammes de chants d'oiseaux, des odeurs florales en fioles ou sur d'autres supports physiques, ainsi que d'autres composantes descriptives de collections qui ne sont pas des objets physiques semblables aux spécimens traditionnels, sont des composantes fort valides des collections de sciences naturelles. Que le mot « objet » soit adéquat ou non, par conséquent, il vaut la peine d'examiner un autre mot et un autre concept.



Le tri d'un des échantillons écologiques de fond marin (en arrière-plan) extrait les animaux des sédiments, sépare laborieusement l'échantillon en sous-échantillons taxinomiques rassemblés dans des plats de verre, puis dans des fioles étiquetées qui seront classées dans une collection de recherche.

D'une certaine manière, on peut considérer tous les musées comme des institutions scientifiques dédiées à l'étude et à l'interprétation, tant pour le grand public que pour les usagers spécialisés, des collections d'objets qui sont leur principale caractéristique. Puisque la première étape de toute étude scientifique consiste à observer la réalité objective avec nos cinq sens, les musées rassemblent, pour tous les chercheurs intéressés et pour tous les visiteurs de leurs expositions, des « concentrés de réalité ». Ces concentrés nommés « collections » épargnent beaucoup de voyages coûteux à leurs usagers qui, pour la plupart, comprendraient mieux la réalité en l'observant directement mais ne peuvent absorber de tels frais de voyage dans des lieux très éloignés ou trop dangereux. Et les voyages dans les temps passés sont impossibles, sauf par les collections, les livres, les films et autres moyens indirects semblables. En outre, voyager intelligemment dans l'espace ou dans le temps requiert habituellement de bons guides ou experts, peu souvent disponibles sans frais. Les

musées procurent généralement ces savoirs. Toutefois, les musées ne diffèrent pas des autres institutions scientifiques en ce que les « meilleurs concentrés de réalité » qu'ils peuvent offrir sont lourdement tributaires de leurs ressources. Les objets contenus dans leurs collections sont donc ce que tous les scientifiques modernes nomment « échantillons » de cette réalité, c'est-à-dire des sous-ensembles de l'énorme quantité d'objets naturels produits par l'évolution organique ainsi que par les facteurs écologiques plus récents, mais également des sous-ensembles du plus petit nombre d'artéfacts produits par les humains.

Quelle est cette réalité que les objets muséaux visent à représenter ? Si l'on se limite d'abord aux traditionnels musées d'histoire naturelle, leur tâche classique – jusqu'aux quelques décennies récentes – consistait à montrer la réalité des espèces. Les échantillons de cette réalité que leurs ressources limitées leur permettaient d'exposer ou de mettre à la disposition des chercheurs, on les nommait *spécimens*. Dans le dictionnaire *Robert* (1993), ce mot (qui remonte à 1662), dans son premier sens, se définit comme suit : « Individu qui donne une idée de l'espèce à laquelle il appartient; unité ou partie d'un ensemble qui donne une idée du tout ». Simmons (2004) n'aime pas ce mot à cause de ses « connotations aristotéliennes ou typologiques », et parce qu'il « dénote une partie représentative d'un tout ». Cette objection signifie simplement que le spécimen n'est pas un bon échantillon parce qu'il peut mal représenter l'espèce réelle. Mais les mots-clé ici sont « individu » et « représentatif ». Je note que la définition française n'emploie pas le mot « représentatif », mais réfère plutôt à « l'idée » (de la réalité de l'espèce) transmise par « l'individu », et que ce dernier mot n'apparaît pas dans le choix d'une définition par Simmons. Tout scientifique admettra qu'un spécimen choisi comme « type » par les anciens naturalistes était souvent peu représentatif de son espèce. Mais il pouvait l'être. Et qu'il soit représentatif ou pas, il donnait une « idée » du groupe d'individus affublés d'un nom scientifique d'espèce. Le mot « spécimen » est donc parfaitement valide pour désigner un échantillon consistant en un seul individu. On peut également le considérer comme un « échantillon taxinomique », car sa fonction taxinomique est nettement supérieure à sa fonction écologique (cf. Brunel, 2004).

Le mot « échantillon », apparemment plus ancien en français (il remonterait à 1260.) que le « sample » anglais, est défini comme suit dans le *Robert* (1993), dans son sens le plus approprié ici : « Petite quantité d'une marchandise qu'on montre pour donner une idée de l'ensemble. » Une petite quantité peut être aussi petite qu'un seul individu – un spécimen – ou elle peut contenir plusieurs unités, mais dans les deux cas l'intention est encore de « donner une idée » de la réalité du tout. Que l'objet soit représentatif ou pas importe peu : il est toujours un échantillon, bon ou mauvais. On a progressivement étendu aux recherches scientifiques ce sens commercial du mot « échantillon ». Et les scientifiques, dans les musées ou ailleurs, conviendront aisément qu'aucun



Cette branche de pin gris est un sous-échantillon d'arbre individuel, c'est-à-dire un spécimen dont les «cocottes» témoignent de la saison de reproduction de l'espèce dans les Laurentides il y a 52 ans. Le réchauffement climatique en cours y change-t-il quelque chose ?

échantillon, aussi grand soit-il, ne sera jamais parfaitement représentatif du tout, c'est-à-dire de la réalité. Mais il en transmet toujours « une idée » : c'est tout ce qu'il peut faire dans notre monde imparfait.

Les études modernes en sciences naturelles ont déplacé l'accent, auparavant centré sur les réalités taxinomiques, vers les réalités écologiques. Les échantillons sont devenus plus gros et plus raffinés (i. e. plus quantitatifs), en particulier dans les milieux aquatiques, d'où l'on peut extraire des échantillons de communautés biotiques entières à l'aide de filets à plancton, dragues, bennes, chaluts, etc. On prélève même le substrat physique – sable, vase – des communautés benthiques qui y vivent. Dans les milieux terrestres, on peut capturer des quantités considérables d'insectes dans les pièges lumineux, et les pédologues peuvent prélever des échantillons quantitatifs de sols analogues aux échantillons de faune benthique aquatique. À cause de la nature laborieuse et coûteuse du travail de tamisage, de tri, de décompte, d'isolement et d'étiquetage des nombres énormes d'individus rapportés dans de tels échantillons, on les fait attendre longtemps avant de les traiter. On peut et on doit les entreposer en collection. Pour réduire les coûts et cibler les problèmes urgents, toutefois, on extrait généralement les spécimens des espèces choisies pour leur valeur marchande, en laissant le reste à de futurs chercheurs animés d'objectifs à

plus long terme. De tels échantillons écologiques contiennent en général des spécimens de plusieurs taxons différents de haut niveau (embranchements, classes, ordres). Les musées n'en ont pas conservé beaucoup dans le passé, faute d'espace et de personnel. Au cours des récentes décennies, ce type de « données brutes » a plutôt été produit par les laboratoires gouvernementaux pourvus de mandats en ressources naturelles ou en environnement. Les professeurs d'universités aux ressources encore plus limitées, qui en produisent aussi beaucoup avec leurs étudiants, tendent plutôt à les jeter.

À notre époque de troubles environnementaux croissants, les échantillons écologiques acquerront assurément une plus-value scientifique bien plus grande que dans le passé. Les mouvements écologistes militants poseront bientôt des questions embarrassantes aux gouvernements qui sont les pourvoyeurs responsables du financement des musées et des universités, sans parler de leurs propres laboratoires, qui sont eux-mêmes sous-financés pour la recherche fondamentale d'avenir. En effet, le domaine légal aura de plus en plus l'obligation de préserver les habitats naturels en danger, et pas seulement les espèces. Et la réalité des habitats, auparavant naturels et maintenant perturbés, doit être documentée avec des échantillons écologiques, pas seulement par les échantillons taxinomiques ou biogéographiques, qui ont pour fonction de documenter la réalité des espèces et de leur répartition spatiale à grande échelle (Brunel, 2004).

Pour désigner des échantillons écologiques, les expressions « lot » ou « faunal group » sont aussi utilisées, par exemple au Musée canadien de la nature. Dans deux de ses significations appropriées, le mot « lot » est défini par le Robert (1993) soit comme « partie d'un tout partagé entre plusieurs personnes », soit comme « ensemble de marchandises ou de produits vendus ou donnés ensemble ». Il peut s'appliquer à un échantillon contenant plusieurs ou un très grand nombre d'individus ou de spécimens, mais il inclut un concept de quantité. Il ne peut donc pas désigner un seul individu. Outre que « faunal group » ne saurait désigner un échantillon de plancton végétal, il en découle que deux mots, « spécimen » et « lot », seraient nécessaires pour désigner n'importe quel type d'échantillon. Et deux spécimens forment-ils un lot ?...

Les échantillons prélevés dans la nature constituent les nœuds communs autour desquels les collections de recherche en sciences naturelles devraient être organisées et informatisées dans l'avenir, par les musées et les laboratoires gouvernementaux pourvus de mandats pour suivre et protéger soit les espèces (e. g. légalement protégées en raison de leur statut précaire), soit l'environnement (e. g. les habitats), soit les ressources naturelles (e. g. celles des forêts, de l'agriculture, des pêches). Idéalement, un numéro d'échantillon exclusif et informatisé devrait apparaître sur chacune des étiquettes accompagnant les spécimens ou les groupes de spécimens, c'est-à-dire tous les « échantillons ». Au moment de concevoir leurs banques relationnelles de données, les conservateurs ou les gestionnaires de collections devraient informatiser leurs données autour de ces numéros d'échan-

tillons plutôt qu'autour des noms d'espèces : deux « tableaux de données » fondamentaux devraient être greffés à chaque numéro d'échantillon, l'un nommé *données stables*, l'autre, *données évolutives*, comme point de départ de la hiérarchie des tableaux informatiques.

Les *données stables* comprennent tous les renseignements rassemblés au moment du prélèvement de l'échantillon dans la nature. Les exemples suivants de « descripteurs » (terminologie moderne...) désignent des données stables : nom et coordonnées géographiques du lieu du prélèvement (i. e. d'échantillonnage), date et heure du prélèvement, nom de l'appareil de prélèvement (avec son caractère quantitatif ou qualitatif, son ouverture de mailles, etc.), altitude, profondeur, température et autres variables écologiques observées ou mesurées simultanément, etc. Toutes ces données sont dites stables : en effet, à moins d'erreurs de transcription, de données égarées puis retrouvées, ou d'entités géographiques rebaptisées, elles ne changeront jamais parce qu'elles proviennent du passé. Dans le passé lointain, les naturalistes les notaient dans des calepins de terrain, des livres de bord et autres cahiers manuscrits, que tous les musées responsables conservent soigneusement dans leurs archives parce que de là provient la valeur scientifique de leurs collections (Beidelman, 2004). On le notera ici, informatiser les données stables, relativement peu nombreuses, représente une tâche beaucoup moins monumentale que de saisir dans des tableaux informatiques les données évolutives décrites ci-dessous.

Les *données évolutives* émanent de tous les « traitements » administrés à l'échantillon qu'on rapporte au laboratoire ou qu'on entrepose en collection, après son prélèvement en nature. Les exemples suivants sont des données évolutives : nombre et volume des aliquotes, nombre et nom de chacun des taxons de haut niveau (embranchement, classe, ordre, etc.) qu'on reconnaît assez aisément et rapidement, qu'on trie et isole de l'échantillon (chacun constituant un « sous-échantillon taxinomique »), nombre d'individus dans chaque sous-échantillon, noms scientifiques de toutes les espèces dans chacun de ces sous-échantillons, leurs sexes, stades de maturité, tailles, pièces morphologiques détachées (e. g. pièces buccales disséquées et montées sur lames, os, etc.) et, dorénavant, pièces moléculaires comme l'ADN (autant de sous-échantillons plus fins...), etc. De telles données évolutives seront toujours susceptibles de changer à mesure que progresseront les connaissances, et que l'échantillon et ses sous-échantillons seront soumis à l'examen taxinomique ou écologique par le futur personnel technique ou scientifique. Ces personnes seront toujours sujettes aux erreurs : changements de noms, mauvaises identifications, décomptes erronés, etc. Bien sûr, la manière moderne d'enregistrer, d'effacer et de modifier ce type de données évolutives passe par l'ordinateur.

C'est ici que tous les gestionnaires et conservateurs de collections font face à leur plus gigantesque tâche : les relevés écologiques modernes, en particulier dans les milieux aquatiques, prélèvent de gros et nombreux échantillons qui contiennent des douzaines ou souvent des centaines d'espèces et

des milliers d'individus à la fois des habitats planctoniques et benthiques. Puisqu'on ne peut conserver tout ce matériel répétitif, se pose le problème croissant de la conservation de « spécimens-témoins » (Wheeler *et al.*, 2003), mieux nommés « échantillons-témoins », lorsque le manque de ressources empêche le laborieux et coûteux travail de trier, identifier et dénombrer tout ce matériel dès après son arrivée au laboratoire. Par conséquent, pour que les collections servent mieux la recherche et la société (Suarez et Tsutsui, 2004) dans un proche avenir, compte tenu de l'aggravation des problèmes environnementaux, de *l'espace et du personnel additionnels sont indispensables* dans les musées de sciences naturelles et dans les laboratoires gouvernementaux et universitaires pourvus d'un mandat de recherche fondamentale en biodiversité. Et ce mandat doit viser à la fois la biodiversité écologique et la biodiversité taxinomique.

Afin de mettre à la disposition de tous les chercheurs et de tous les écologistes militants l'immense réservoir de données encore cachées dans les millions d'échantillons contenus dans les collections de recherche, l'outil informatique est devenu indispensable (Edwards, 2004).

C'est en centrant sa Banque de données sur la biodiversité du Québec (BADIQ) autour de la notion d'échantillon, comme je le préconise ici, que Francœur (1993, 2001) avait déjà conçu la gestion de son système informatique avant la plupart des chercheurs dans ce domaine. ◀

Références

- BEIDELMAN, R., 2004. More than specimens in natural history museums. *BioScience*, 54(7): 612. American Institute of Biological Sciences (AIBS), Washington, DC.
- BRUNEL, P., 2004. Les collections de sciences naturelles : principaux types selon leurs fonctions prédominantes. *Le Naturaliste canadien*, 128(2): 9-14.
- EDWARDS, J.L., 2004. Research and societal benefits of the Global Biodiversity Information Facility. *BioScience*, 54(6): 485-486. AIBS, Washington, DC.
- FRANCOEUR, A., 1993. Gestion et validation des données d'échantillonnage à l'aide de la BADIQ. Dans : Inventaire et cartographie des Invertébrés comme contribution à la gestion des milieux naturels français : Actes du séminaire tenu au Mans, 6-7 nov. 1992. Secrétariat de la Faune et de la Flore, Collection Patrimoines naturels, Série Patrimoine écologique, 13 : 18-27. Muséum national d'histoire naturelle, Paris
- FRANCOEUR, A., 2001. Une problématique concernant la nature, l'exploitation et la conservation des données d'échantillonnage sur les animaux invertébrés. *Cahiers de l'APPI*, 6 : 2-10. Association pour la promotion de la protection des invertébrés (APPI), Paris.
- ROBERT, 1993. Le nouveau petit Robert : dictionnaire alphabétique et analogique de la langue française. 2492 pp. Dictionnaires Le Robert, Paris.
- SIMMONS, J.E., 2004. What should we call the components of museum collections ?
- SPNHC Newsletter, 18(1): 9-10. Society for the Preservation of Natural History Collections (SPNHC), Washington, DC et Lawrence, KS.
- SUAREZ, A.V. and N.D. Tsutsui, 2004. The value of museum collections for research and society. *BioScience*, 54(1): 66-74. AIBS, Washington, DC.
- WHEELER, T.A. *et al.*, 2004. The role of voucher specimens in validating faunistic and ecological research. *Biological Survey of Canada (Terrestrial arthropods)*, Document Ser., 9: 11 pages en ligne. <http://www.biology.ualberta.ca/bsc/briefs/brovouchers.htm>

Les espaces boisés du flanc nord-ouest du mont Royal : une richesse à découvrir sur le campus de l'Université de Montréal

Par Patrick Boivin, Jacques Brisson et André Bouchard

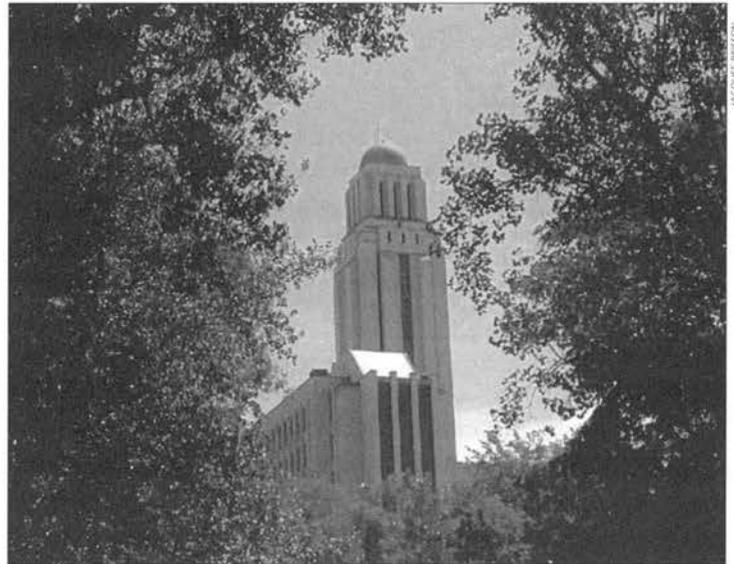
Introduction

Au milieu de la plaine du Saint-Laurent et d'une ville fortement urbanisée, le mont Royal constitue un élément naturel de grand intérêt pour les Montréalais. D'ailleurs à l'hiver 2003, le gouvernement du Québec plaçait le mont Royal sous la protection de la *Loi sur les biens culturels* sous le double statut d'arrondissement historique et naturel. Par cette double désignation, il reconnaît que les qualités naturelles et culturelles des espaces verts et construits associés au mont Royal doivent être protégées.

Bien que la plus grande partie de la forêt du mont Royal fasse partie intégrante du parc du Mont-Royal, d'autres portions associées au parc Summit et au campus de l'Université de Montréal ne doivent pas être négligées. Le campus de l'Université de Montréal, implanté sur le versant nord de cette montagne, bénéficie d'un environnement forestier unique avec une vue imprenable sur la plaine. Sur ce versant, la propriété de ce campus occupe un vaste espace de 59 ha. Depuis son acquisition en 1924, le développement des infrastructures de l'Université a façonné significativement le paysage forestier initial. Ce dernier constituait une zone boisée homogène et continue, comprise entre le sommet d'Outremont et le boulevard Édouard-Montpetit en contrebas. La zone boisée actuelle est maintenant fragmentée et représente une mosaïque végétale relativement diversifiée d'environ 16 ha. On y trouve à la fois des zones forestières constituées de vieilles forêts centenaires, de jeunes forêts de succession colonisant des sites récemment perturbés et d'espaces semi-naturels caractérisés par des arbres indigènes matures sur une surface généralement gazonnée. Dans une perspective de développement des infrastructures sur le campus, l'Université de Montréal a fait appel à l'Institut de recherche en biologie végétale (IRBV) afin de déterminer avec précision la composition, la maturité, la structure, la capacité à se régénérer et la valeur écologique de la portion boisée de l'Université de Montréal. Cette démarche, qui cherche à assurer une connaissance précise du territoire, permet donc de fournir les données nécessaires pour mettre en valeur les espaces naturels et semi-naturels situés sur le campus.

Territoire à l'étude

La colline du mont Royal est constituée de trois protubérances majeures, disposées en périphérie d'un vallon où



Vue sur la tour du pavillon principal à partir du boulevard Édouard-Montpetit

sont implantés deux cimetières. La ceinture, que forment ces protubérances, est associée au sommet du mont Royal (232 m), au sommet Wesmount (201 m) et au sommet d'Outremont (215 m) dont une partie du flanc nord-ouest est occupée par le campus de l'Université de Montréal (figure 1).

La portion boisée du campus est cernée par la clôture du cimetière Notre-Dame-des-Neiges dans sa portion la plus élevée à 200 m et par le boulevard Édouard-Montpetit dans sa portion la plus basse à 105 m (figure 1).

Cueillette des données

Inventaire de la végétation

L'analyse des photographies aériennes, prises en mai 1998 à l'échelle de 1/5000, et des tournées de reconnaissance sur le terrain ont permis de sélectionner 34 stations repré-

Patrick Boivin est professionnel de recherche à l'Institut de recherche en biologie végétale (IRBV) au Jardin botanique de Montréal. Jacques Brisson est professeur agrégé d'écologie végétale au département de Sciences biologiques de l'Université de Montréal et chercheur à l'IRBV. André Bouchard est professeur titulaire d'écologie végétale au département de Sciences biologiques de l'Université de Montréal et directeur de l'IRBV.

sentant bien les variations des groupements forestiers naturels et semi-naturels présents sur le territoire du campus.

À l'intérieur des stations, la végétation fut échantillonnée selon une méthodologie qui s'inspire des travaux antérieurs réalisés par Domon et Bouchard (1981), Bourdages *et al.* (1988) et Boivin (1990), lesquels portent sur la caractérisation de différents espaces boisés sur l'île de Montréal. À l'intérieur d'un quadrat de 20 m par 20 m, différentes données sont recueillies afin de caractériser la strate arborescente, arbustive et herbacée. Dans les zones semi-naturelles, l'échantillonnage de la végétation se limite essentiellement à la caractérisation du couvert arborescent. Des paramètres écologiques sont également recueillis au sein du quadrat : l'altitude, le degré et l'orientation de la pente, la situation topographique, la nature de la litière au sol, le drainage, la pierrosité, les perturbations naturelles ou anthropiques rencontrées et la physionomie de la végétation. L'âge des plus gros individus de trois espèces d'arbre dominantes fut déterminé en comptant les cernes annuels des carottes prélevées.

Inventaire du réseau de sentiers

Le réseau de sentiers a tout d'abord été relevé à l'aide de photographies aériennes de décembre 1998, soit au moment où il y avait absence de feuillage, ce qui facilite l'identification des sentiers. Par la suite, des visites sur le terrain ont permis de valider et de préciser ce réseau. La longueur de chacun des segments de sentiers a été évaluée par une roue de mesure. Par la suite, le niveau de dégradation des segments a été estimé, en s'inspirant du protocole de suivi des effets de la fréquentation, défini par le programme de gestion des écosystèmes des parcs-nature de la Ville de Montréal (Cogliastro *et al.*, 1996). L'évaluation de l'état des sentiers a été réalisée à l'aide des sept variables suivantes : la largeur du sentier, la pierrosité, la litière, les racines de surface, l'érosion, les traces de véhicule et le recouvrement végétal sur le sentier.

Résultats liés à la caractérisation des communautés

Les érablières, les chênaies rouges et les peupleraies caractérisent la plus grande proportion de la zone boisée du campus (figure 2). On y trouve également quelques commu-

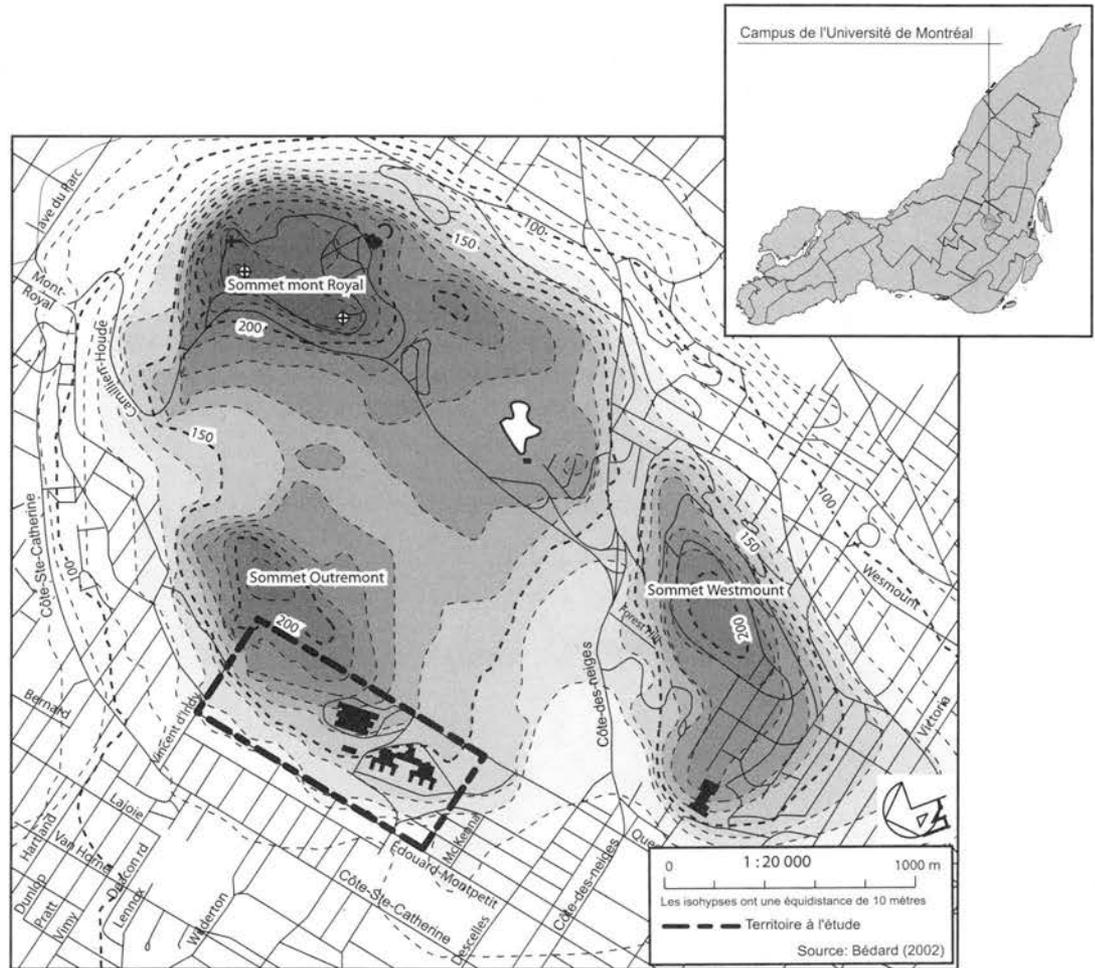


Figure 1. Localisation du territoire à l'étude et la topographie des trois sommets du mont Royal

nautés de succession comme la robiniaie faux-acacia à chêne rouge et l'ostryaie de Virginie à peuplier faux-tremble. Les communautés semi-naturelles de type chênaie rouge, peupleraie deltoïde et frênaie caractérisent les secteurs qui ont été plus perturbés par les activités humaines.

Groupe des érablières

Érablière à caryer cordiforme

En marge du boulevard Édouard-Montpetit, l'érablière à caryer cordiforme témoigne de la forêt primitive généralement observée sur l'île de Montréal. Cette communauté est dominée par l'érable à sucre et accompagnée par le caryer cordiforme, le tilleul d'Amérique et le frêne. Le hêtre à grandes feuilles et le bouleau jaune, très peu abondants au sein de cette communauté, étaient probablement mieux représentés dans le passé. Selon Brisson et Bouchard (2003), les activités humaines ayant eu cours au XVIII^e siècle dans le sud du Québec peuvent avoir favorisé l'érable à sucre au détriment de ces deux espèces. Deux espèces exotiques sont présentes au niveau de la strate supérieure et de la strate intermédiaire, soit l'érable à Giguère et l'érable de Norvège. L'établissement de l'érable de Norvège qui est limité au secteur en contrebas, semble attribuable à la dissémination des semences provenant des individus plantés comme arbre de rue, à proximité sur le boulevard Édouard-Montpetit. La strate arbustive est relativement diversifiée avec des espèces

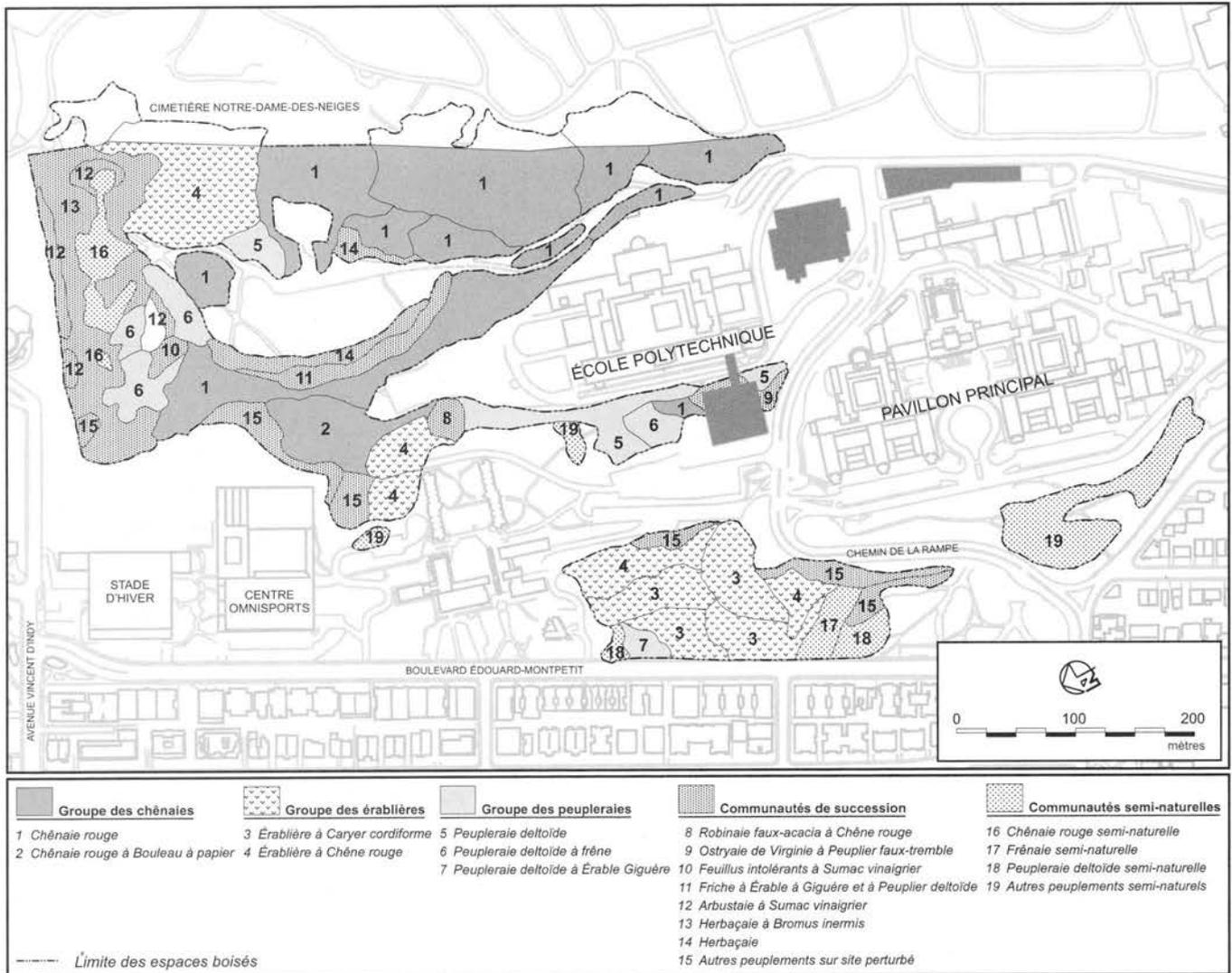


Figure 2. Carte de la végétation du campus de l'Université de Montréal

comme le cerisier de Virginie, la ronce odorante, la ronce du mont Ida, la vioerne trilobée, le sureau pubescent, la morelle douce-amère et le nerprun cathartique (tableau 1, page 18). Parmi les plantes de sous-bois, on trouve une douzaine d'espèces printanières comme la smilacine à grappes, l'érythron d'Amérique, la sanguinaire du Canada, la trille grandiflore et le petit prêcheur. La zone bordant le boulevard Édouard-Montpetit, zone sujette au piétinement, est plutôt colonisée par des espèces herbacées introduites comme la carotte sauvage, l'épipactis petit-hellébore, la bardane mineure, l'agripaume cardiaque, le pissenlit officinal, etc.

Érablière à chêne rouge

Ce peuplement mature, dominé par des érables à sucre et des chênes rouges dont l'âge peut atteindre plus de 150 ans, constitue une transition entre l'érablière à caryer cordiforme et la chênaie rouge (figure 3). Les gaules d'érable à sucre sont abondantes alors que celles du chêne rouge sont

peu représentées. Comme le souligne Boivin (1990), cette communauté s'établit sur les pentes fortes et rocheuses où prévalent des conditions sub-xériques. La proportion la plus importante de ce peuplement se situe à l'extrémité nord-est du massif forestier qui colonise le sommet (figure 2). La présence de quelques espèces comme le frêne, l'orme d'Amérique et l'ostryer de Virginie au sein de cette communauté témoigne de l'intervention humaine par la création d'ouvertures permettant leur établissement. Les secteurs à proximité de certaines infrastructures semblent plus fortement colonisés par l'érable de Norvège. En ce qui concerne les espèces arbustives, nous notons essentiellement le cerisier de Pennsylvanie, la ronce odorante, la vioerne trilobée ainsi que le nerprun cathartique et la morelle douce-amère, deux espèces introduites. Les espèces herbacées indigènes sont bien représentées quoique les espèces printanières soient un peu moins diversifiées que dans l'érablière à caryer cordiforme (tableau 1).

Tableau 1 – Valeur d'importance des espèces végétales selon les types de communauté.

Arbres	CQr	CQrBpa	AsCc	AsQr	Pd	PdFr	PdAn	RfQr	OvPf	FiSv	FAnPd	ASv	HBi	CQrSN
Érable à Giguère*	0,3		1,0	1,5	1,1	2,9	22,9	6,6		31,3				
Érable de Norvège*	1,1		9,5	3,8	9,6	1,2								
Érable à sucre	2,3		32,6	20,7			3,5							
Bouleau jaune			4,8											
Bouleau à papier	0,2	11,7			1,2	3,4								
Caryer cordiforme	7,1		3,5	3,3		1,6								
Frêne de Pennsylvanie	0,3								4,9					
Frêne sp	5,7	2,4	20,6	12,4	3,6	21,2	11,9							
Ostryer de Virginie	1,9		4,5	2,1					45,4					
Peuplier deltoïde	0,2				81,1	57,3	47,2	8,3		39,8				
Peuplier faux-tremble					2,2	5,4			21,3					
Chêne rouge	76,9	83,8	6,9	42,4				25,8	6,8					100,0
Robinier faux-acacia*								56,1						
Tilleul d'Amérique	1,9	2,1	7,4	6,4		4,5		3,2	16,8					
Orme d'Amérique			1,0	6,6		1,1	9,7			28,8				
Autres	2,1		8,3	0,9	1,1	1,4	4,7		4,7					
Régénération														
Érable à Giguère*	0,7		8,3	1,8	2,1	6,0	7,9	4,8	1,5	2,7	51,2			
Érable de Norvège*	7,5		14,2	1,3	2,1	2,8	0,8			0,3				
Érable à sucre	16,9	34,8	41,9	63,7	27,7	1,3	17,1	9,4	13,6					
Bouleau à papier	0,7	4,3			0,1	0,5		15,0						
Frêne sp.	13,6	17,6	23,9	6,7	47,2	53,0	55,5	15,0	31,2	7,2	20,4			95,4
Ostryer de Virginie	2,7	7,5	6,6	0,4	1,1	0,8			25,5					
Peuplier deltoïde					4,1					0,3	27,3			
Peuplier faux-tremble					1,1	10,5		1,6	2,0					
Chêne rouge	44,2	31,9		11,0	3,1	2,5		11,4	5,7					4,6
Sumac vinaigrier	0,7				6,7	16,3		12,5		88,2		100,0		
Robinia faux-acacia*						0,3		19,4			1,1			
Tilleul d'Amérique	1,9	1,2	2,6	6,3	3,7	3,8	5,8	3,1	14,5					
Orme d'Amérique			0,6	2,1	0,4	1,5	12,5	6,9	3,0	1,4				
Autres	11,1	2,6	1,8	6,7	0,6	0,8	0,4	1,0	3,0					
Arbustes														
Cornouiller à feuilles alternes	0,6	22,6	0,4	0,6				2,2						
Aubépine sp.	6,6	22,6		0,4	3,2	4,3		0,9	5,8					
Dièreville chèvrefeuille	0,4	3,2						2,2	2,3					
Chèvrefeuille du Canada	2,0			0,6	6,4	1,1		15,2	5,8					1,9
Cerisier de Virginie	12,6	3,2	10,6	23,1	1,3	3,9	51,5	2,2	40,7	1,6				
Nerprun cathartique*	5,3	3,2	3,0	6,1	4,5	12,7		2,2	5,8	1,6	9,5			0,7
Ronce du mont Ida	2,8	1,3	3,0	1,4	1,3	2,2				1,6	3,2	0,5		5,6
Ronce odorante	3,2	1,3	7,2	2,3	6,4	4,5	7,4	0,9						0,7
Morelle douce-amère*	0,2		3,1	0,8	1,3	1,7								
Viorne trilobée	1,5		1,0	1,4	3,2	3,9	7,4							
Vigne des rivages	0,3	1,3	0,7	0,6	1,3	10,0		2,2	2,3	12,1				

	CQr	CQrBpa	AsCc	AsQr	Pd	PdFr	PdAn	RfQr	OvPf	FiSv	FAnPd	ASv	HBi	CQrSN
Herbacées														
Agrostis géante*											3,2	47,9		0,7
Alliaire officinale*	1,2		(7,2)	(18,2)			2,9	2,2	2,3					
Apocyn à feuilles d'Androsème	0,9								2,3			0,5		5,6
Aralie à tige nue	1,9	(11,8)		(4,2)	1,3									(14,3)
Petit précheur			3,0				2,9							
Aster latéiflore			0,7	0,8			7,4							
Brome inerme*					1,3					4,0	9,5	47,9	69,4	46,8
Carex porte-tête**	0,1													
Carex de Pennsylvanie	(6,5)													
Caulophylle faux-pigamon	(2,5)		(1,7)	(1,0)		(5,6)								
Circée de Lutèce	1,3		9,9	2,0	3,2	0,6	7,4							
Chardon des champs*						1,1				4,0	1,3		6,0	0,7
Carotte sauvage*	0,7		0,8	0,8	2,5	11,1				4,0			13,9	5,6
Érythron d'Amérique	(1,9)		(10,9)	(3,6)		(5,6)								
Épervière de Kalm	6,7	3,2		2,1	2,5	0,6		0,9	2,3	1,6				0,7
Hydrophylle de Virginie	(19,7)		(1,7)	(8,3)	(10,0)									
Maianthemum du Canada	(1,8)	(11,8)												(14,3)
Pâturin des prés	6,6	3,2	1,1	2,4	6,4	3,5		54,1	5,8	12,1	9,5			
Sanguinaire du Canada	(7,5)	(29,4)	(7,1)	(11,8)	(10,0)	(18,4)	(50,0)	-33,3	2,3				(14,3)	
Smilacine à grappes	(8,9)	(11,8)	(23,5)	(11,8)	3,2	(10,7)		(33,3)	5,8					(14,3)
Verge d'or très élevée			0,7		1,3	1,9				1,6	9,5			13,1
Verge d'or bleuâtre	3,7	3,2	0,4	3,3	1,3	1,6		0,9	5,8					
Solidago à tige zigzagante	0,9		9,3	4,0	3,2	0,8	7,4		5,8					
Tanaisie vulgaire	0,1				1,3	3,3		0,9		4,0	22,2	1,4	2,0	1,9
Pissenlit officinal*	(6,2)		(2,9)	(1,0)	(10,0)	(5,1)	(50,0)	0,9				0,5		(14,3)
Pigamon dioïque	(10,7)	(11,8)	(4,2)	(9,3)		(5,1)		(33,3)	2,3					(14,3)
Trille grandiflore	(23,3)	(11,8)	(4,9)	(25,5)	(10,0)	(5,6)								(14,3)
Valériane officinale*	0,5				4,5	5,8		0,9		28,2	3,2		6,0	5,6
Autres	24,8	27,1	31,3	21,1	29,8	21,4	8,8	11,2	4,7	27,4	29,1	1,1	2,8	6,8

* Espèce introduite et/ou naturalisée, ** espèce rare; () Valeur observée pour les espèces printanières au printemps 2003. Le nom français tiré de Marie-Victorin (1995).

CQr : chénaie rouge; CQrBpa : chénaie rouge à bouleau à papier; AsCc : érablière à caryer cordiforme; AsQr : érablière à chêne rouge; Pd : peupleraie deltoïde; PdFr : peupleraie deltoïde à frêne; PdAn : peupleraie deltoïde à érable à Giguère; RfQr : robiniaie faux-acacia à chêne rouge; OvPf : ostryaie de Virginie à peuplier faux-tremble; FiSv : feuillus intolérants à sumac vinaigrier; FAnPd : friche à érable à Giguère et peuplier deltoïde; ASv : arbustaie à sumac vinaigrier; HBi : herbaçie à brome inerme; CQrSN : chénaie rouge semi-naturelle. La frênaie et la peupleraie semi-naturelles n'apparaissent pas en raison de l'absence de strates herbacée et arbustive naturelles.



Vue en contre-bas de l'érablière à caryer cordiforme

Groupe des chênaies rouges

Chênaie rouge

Ce peuplement est composé presque exclusivement de chêne rouge et couvre près du tiers de la superficie boisée du campus (figure 2). Tel que rapporté par Boivin (1990), ce type de peuplement colonise essentiellement les crêtes rocheuses et les zones de forte pente sur des sites très bien drainés. Au sein de la plus grosse unité homogène de ce peuplement, nous notons plusieurs gros chênes dont le diamètre peut atteindre plus de 70 cm et dont l'âge est estimé à plus de 160 ans. Dans certains secteurs plus perturbés, la composition de la strate arborescente comprend également le caryer cordiforme, le frêne et l'ostryer de Virginie. En ce qui concerne la composition de la strate de régénération, l'érable à sucre varie selon les conditions édaphiques. Ainsi, les secteurs, plus ouverts où le roc affleure et où s'installe une sécheresse pendant l'été, sont moins propices à l'établissement des espèces mésophiles comme l'érable à sucre au profit d'espèces plus xérophiles comme le chêne rouge. L'érable de Norvège est fréquemment observé dans la strate de régénération dans certains secteurs adjacents au cimetière Notre-Dame-des-Neiges.

Outre l'ajout de certains arbustes de milieu ouvert comme le dièreville chèvrefeuille et l'aubépine, la strate arbustive qui caractérise cette communauté est similaire au groupe des érablières. Au niveau de la strate herbacée, outre quelques plantes printanières, nous observons fréquemment la verge d'or bleuâtre, la verge d'or à tige zigzagante,

la circée de Lutèce ainsi que certaines espèces introduites ou naturalisées comme le pâturin des prés et l'alliaire officinale. Précisons qu'au sein de la chênaie, nous trouvons le carex de Pennsylvanie, une espèce caractéristique de la chênaie rouge boréale (Dansereau, 1959) ainsi que le carex porte-tête, une espèce susceptible d'être désignée menacée (Bouchard et al., 1983; Labrecque et Lavoie, 2002).

Chênaie rouge à Bouleau à papier

Surplombant les flancs escarpés du secteur de l'ancienne carrière, ce peuplement colonise un site rapidement drainé où le chêne rouge domine et où le bouleau à papier est codominant. La présence de quelques gros chênes rouges d'environ 45 cm de diamètre avec une majorité des arbres possédant un diamètre inférieur à 20 cm suggère qu'il y a eu une coupe sélective, il y a plusieurs années. La strate de régénération est éparse et la dominance se partage entre l'érable à sucre et le chêne rouge accompagnés de quelques autres espèces comme le frêne, l'ostryer de Virginie et le bouleau à papier. La strate arbustive renferme plus d'une douzaine d'espèces dont quelques-unes sont héliophiles comme l'aubépine, la ronce du mont Ida et la ronce alléghanienne. Comparativement à la chênaie rouge la flore indigène est moins diversifiée.

Groupe des Peupleraies deltoïdes

Peupleraie deltoïde

Ce peuplement où le peuplier deltoïde est très dominant, s'observe dans deux secteurs. Le premier, situé en pente forte et rocailleuse, est une bande linéaire de végétation bordant le côté nord du stationnement de l'École polytechnique alors que le second, sur un terrain plat, se situe à proximité d'un dépôt de matériaux et constitue en quelque sorte une enclave en régénération au sein de la forêt mature dominant le sommet d'Outremont (figure 2). Parmi les autres espèces présentes, nous observons essentiellement des espèces de milieux ouverts ou perturbés comme l'érable de Norvège, le peuplier faux-tremble, l'érable à Giguère, le frêne et le bouleau. Bien que les caractéristiques du sol diffèrent pour chacun des sites colonisés par ce peuplement de début de succession, ceux-ci renferment les mêmes espèces arbustives telles que le chèvrefeuille du Canada, le sumac vinaigrier et le nerprun bourdaine. La couverture associée aux espèces herbacées principalement introduites et héliophiles est plutôt éparse, notamment pour le site en pente forte où le niveau de pierrosité limite leur établissement. Le trille grandiflore est observé sur le site plat alors que la sanguinaire du Canada croît en faible recouvrement sur les deux sites associés.

Peupleraie deltoïde à frêne

Une proportion importante de ce peuplement s'est établie sur les pentes fortes d'un important remblai, érigé en 1959 lors de la création du tremplin de saut à ski, alors qu'une plus faible proportion colonise un site en contrebas de l'École polytechnique. Dans ce peuplement, le peuplier

deltoïde partage sa dominance avec le frêne. La présence de l'orme de montagne sur le versant sud de l'ancien tremplin de saut à ski indique que cette espèce non indigène peut s'établir en milieu naturel sous notre latitude à partir de semences d'arbres plantés. Bien que la strate arbustive colonise difficilement ces secteurs perturbés, elle participe néanmoins à la stabilisation des pentes. Sur les sites aux pentes instables, le sumac vinaigrier, le cerisier de Virginie, le parthénocisse à cinq folioles, la ronce du mont Ida et la vigne de rivage sont les plus fréquemment observés. Avec des sols instables, pauvres et généralement issus de remblais, l'établissement du couvert herbacé est difficile et se compose essentiellement d'espèces introduites.

Peupleraie deltoïde à érable à Giguère

Cette petite communauté adjacente à la voie piétonnière du boulevard Édouard-Montpetit est caractérisée par la présence de gros peupliers deltoïdes dont le diamètre varie entre 43 à 90 cm, formant une arboriaie ouverte de plus de 20 m. Le plus gros peuplier est âgé de plus de 80 ans. L'érable à Giguère constitue une espèce codominante au sein de cette communauté. L'orme d'Amérique, le frêne, le tilleul d'Amérique et l'érable argenté contribuent à la formation d'un sous-étage arboré. La strate de régénération est ouverte et composée majoritairement de frênes et d'érables à sucre. Le cerisier de Pennsylvanie domine une strate arbustive fermée, alors que la strate herbacée est éparse et très peu diversifiée.

Communautés de succession

Tout comme le groupe des peupleraies deltoïdes, les communautés de succession colonisent des sites anciennement perturbés. Au niveau des communautés arborées, l'os-tryaie de Virginie à peuplier faux-tremble colonisait le pied du bâtiment de l'École polytechnique avant qu'elle ne soit coupée, à l'hiver 2003, pour permettre la construction d'un nouveau pavillon (figure 2). La robiniaie faux-acacia à chêne rouge est la seule communauté dont la strate supérieure est dominée par une espèce introduite, le robinier faux-acacia. Cette communauté de succession, qui surplombe un affleurement rocheux, se localise sur un site très bien drainé compte tenu de sa forte pente et de sa pierrosité. Outre le chêne rouge, d'autres espèces de milieu ouvert comme le peuplier deltoïde et l'érable à Giguère sont également présentes. Soulignons que pour ces deux communautés de succession, la composition en arbustes est variable selon le site mais se traduit essentiellement par la présence d'espèces de milieux ouverts ou caractéristiques de milieux perturbés. Sur le versant nord-ouest de l'ancien tremplin de saut à ski, une communauté de feuillus intolérants à sumac vinaigrier, composée de peuplier deltoïde, d'érable à Giguère et d'orme d'Amérique, a peine à s'établir compte tenu du caractère perturbé du site. Quelques peuplements forestiers indifférenciés colonisent certains sites affectés par des problématiques d'érosion, de pente extrême ou de remblais. Malgré leur caractère perturbé, ces peuplements agissent comme zone tampon pour les communautés naturelles qu'ils bordent.

Outre ces jeunes forêts, d'autres communautés de début de succession telles que les friches, les arbustaies et les herbaçaies, contribuent à la diversité des milieux rencontrés sur le campus. Parmi celles-ci, nous remarquons la friche à érable à Giguère et à peuplier deltoïde, qui se situe au pied du dépôt à neige. Sur l'ancienne pente de ski, seule l'arbustaie à sumac vinaigrier et l'herbaçaie à brome inerme, qui tolèrent bien les sécheresses, semblent réussir à coloniser ce site au sol compact et aux pentes fortes. À l'automne 2002, l'herbaçaie à brome inerme, située à proximité du tremplin de saut à ski, a fait l'objet d'une plantation de chênes rouges dont l'établissement permettra d'accélérer la régénération naturelle de ce secteur.



Chênaie rouge au sommet du flanc nord-ouest, à l'automne

Communautés semi-naturelles

Ce type de communauté est qualifié de semi-naturel puisque les arbres sont les principaux éléments qui structurent ces petits îlots de végétation, la strate de régénération étant souvent absente. La chênaie rouge semi-naturelle qui se trouve sur la pente de ski en marge de la forêt dite naturelle est formée essentiellement de gros chênes rouges centenaires, qui ont été conservés lors de la création de la pente de ski. Sa strate intermédiaire naturelle est presque absente, se limitant à quelques gaules de frênes et de chêne rouge. Seule la strate herbacée, dominée par le brome inerme, forme un couvert très dense. Tout comme l'herbaçaie à brome inerme, cet îlot semi-naturel a fait l'objet d'une plantation de jeune gaules d'érable à sucre. Les autres types de peuplements semi-naturels, adjacents au boulevard Édouard-Montpetit, sont caractérisés par de gros peupliers deltoïdes ou des frênes ainsi que par une aire gazonnée entretenue.

Valeur écologique de la flore

L'évaluation écologique vise à mettre en évidence le potentiel écologique du milieu sur la base de critères liés à la flore, à la faune et au sol (Bourdages *et al.*, 1988; Lajeunesse *et al.*, 1995; Cogliastro *et al.*, 1996). Dans le cadre de la présente étude, l'évaluation de la valeur écologique se limite à celle de la flore uniquement. L'indice global lié à la valeur de



Flore printanière colonisant l'érablière à chêne rouge

la flore demeure néanmoins un bon indicateur du potentiel écologique du milieu ainsi qu'un outil d'aide à la décision permettant d'orienter les aménagements futurs du campus. Selon Domon *et al.* (1986), cette méthode a l'avantage d'offrir à l'évaluateur une connaissance uniforme des divers espaces naturels compte tenu qu'elle repose sur un échantillonnage systématique de la végétation. De plus, l'utilisation d'indicateurs bien définis qui permettent de pondérer chacun des critères contribuent à uniformiser le traitement de l'information et à préciser une valeur écologique pour chacune des unités.

Pour établir la valeur écologique de la flore, nous utilisons cinq critères qui sont : l'unicité, la représentativité, le degré de succession-perturbation, la richesse et la rareté (Lajeunesse *et al.*, 1995; Cogliastro *et al.*, 1996). Pour la prise en compte de ces critères, chacun d'eux est évalué selon une échelle de 0 à 5, sur la base de différents indicateurs qui ont été établis et éprouvés dans le cadre de l'évaluation écologique des communautés végétales des parcs-nature de la Ville de Montréal pour des communautés à caractère naturel. Le processus d'évaluation a été appliqué à toutes les communautés, sauf celles de type semi-naturel.

L'unicité des communautés végétales: mesure le caractère rare ou unique des différentes communautés végétales du campus (Bourdages *et al.* 1988). Pour établir cette unicité, trois indicateurs sont utilisés. Tout d'abord, il y a le statut dynamique de la communauté qui détermine son niveau d'appartenance à des types de communautés matures ou successioneuses. Dans un deuxième temps, nous distinguons ces communautés selon leur distribution limitée ou non limitée au domaine de l'érablière à caryer. Finalement, nous considérons la répartition de ces communautés à l'intérieur de leur propre aire de distribution afin de déterminer celles dont la répartition est plus généralisée, ou bien plus restreinte à des milieux spécifiques (Bourdages *et al.*, 1988; Lajeunesse *et al.*, 1995). Les communautés qui recevraient la

cote maximale sont les communautés de fin de succession, entièrement limitées à l'érablière à caryer cordiforme et très restreinte à l'intérieur du domaine.

La représentativité des communautés végétales vise à comparer la composition floristique de chaque communauté du campus à la composition d'une communauté typique, de manière à mesurer à quel point chacune constitue un exemple représentatif de son type, tel que décrit par certaines études (Bourdages *et al.*, 1988; Lajeunesse *et al.*, 1995). Une communauté parfaitement représentée reçoit la cote maximale.

Le niveau de succession-perturbation mesure le degré d'évolution naturelle des communautés du campus en distinguant les peuplements les plus matures de ceux à un stade de succession moins avancé, tout en tenant compte de la présence de perturbation d'origine naturelle ou anthropique (Bourdages *et al.*, 1988; Cogliastro *et al.*, 1996). Pour procéder à l'évaluation de ce critère, trois indicateurs sont utilisés, soit l'importance des espèces héliophiles, la similarité entre la strate arborescente et la strate de gaules et l'abondance des espèces introduites. Ainsi, une communauté forestière dont les strates supérieure et de régénération se composent d'espèces tolérantes à l'ombre, et qui renferment peu d'espèces introduites, reçoit généralement une valeur maximale.

La richesse spécifique s'exprime en nombre d'espèces végétales différentes trouvées au sein d'une communauté (Lajeunesse *et al.*, 1995). Ce critère vise donc à mettre en évidence les communautés les plus riches et ayant un intérêt du point de vue de la diversité biologique.

La rareté spécifique permet de rendre compte de la présence des plantes vasculaires rares au sein des unités. Cette rareté est vérifiée à partir de la liste des plantes menacées, vulnérables ou susceptibles d'être ainsi désignées, produite par le ministère de l'Environnement du Québec (Labrecque et Lajoie, 2002) ainsi que par celle de Bouchard *et al.* (1983).

L'indice global, qui détermine la valeur écologique de la flore, correspond à la sommation des cinq critères d'évaluation. Cette valeur écologique de la flore peut atteindre 25 lorsque la communauté végétale obtient la valeur maximale pour chacun des critères. L'indice global est réparti selon quatre classes relatives de valeur écologique de la flore.

Valeur écologique de la flore	Indice global
1. Très élevée	20 et plus
2. Élevée	15,0 à 19,9
3. Moyenne	10,0 à 14,9
4. Faible	0 à 10

L'indice global de la flore, déterminé pour les 31 stations d'échantillonnage et associé aux communautés naturelles, varie entre 0 et 16. En terme de classe de valeur écologique, aucune station ne témoigne d'une valeur écologique très élevée, une seule station présente une valeur écologique élevée, 18 stations sont de valeur moyenne et 12

sont de faible valeur (figure 4). De façon générale, les résultats nous indiquent que les forêts matures au sein de la zone d'étude sont de valeur moyenne, alors que celles en début de succession sont de valeur faible.

Les communautés forestières de succession rencontrées sur le campus sont pour la plupart des peupleraies deltoïdes de faible valeur écologique. En effet, ces peupleraies possèdent une unicité plutôt intermédiaire compte tenu de leur distribution limitée au sein du domaine de l'érablière à caryer. Leur composition en espèces végétales est souvent très peu représentative de la communauté type. De plus, ces communautés, caractérisées par un fort pourcentage d'espèces héliophiles, se situent à un stade successional plus jeune. Enfin, la majorité d'entre elles possèdent une richesse spécifique moyenne ainsi qu'une rareté spécifique nulle, compte tenu de l'absence d'espèce rare.

En ce qui concerne les stations de valeur écologique moyenne, celles-ci consistent en 18 communautés forestières, dont dix chênaies rouges, cinq érablières à chêne rouge et trois érablières à caryer cordiforme. Soulignons, que les valeurs associées aux chênaies rouges sont généralement très près de la classe de valeur écologique élevée. La chênaie rouge témoigne d'une valeur d'unicité très élevée, compte tenu que sa présence au sein de la grande région de Montréal se limite presque exclusivement aux sommets des Montérégiennes. Sur le campus, leur niveau de succession-perturbation est

généralement maximal, nous indiquant qu'elles ont atteint un équilibre avec le milieu. Bien qu'elles se situent à l'intérieur de l'intervalle de classe moyenne (10 à 14,9), la valeur écologique des communautés associées à l'érablière à caryer cordiforme ainsi que de l'érablière à chêne rouge ne s'élève que rarement au-dessus de 12. Cette situation est attribuable à des valeurs légèrement plus faibles pour l'évaluation des critères liés à l'unicité, au niveau succession-perturbation et à la représentativité. La chênaie rouge, située à l'est de l'École polytechnique, constitue la seule communauté dont la valeur écologique est de niveau élevé. Il s'agit d'une chênaie du même type que les autres mais la présence d'une espèce susceptible d'être menacée, le carex porte-tête, est responsable du passage de la classe moyenne à élevée.

Évaluation de la dégradation des sentiers

Au sein des espaces naturels et semi-naturels du campus de l'Université de Montréal, aucun sentier n'a été véritablement planifié et aménagé. Le réseau actuel de sentiers a été établi au gré des passages répétés des usagers (figure 4). Outre le portrait de l'utilisation des espaces boisés, l'objectif poursuivi par la présente évaluation est de bien connaître la situation actuelle des sentiers pour mieux orienter les interventions futures visant à limiter la dégradation des communautés naturelles, occasionnée par une utilisation intensive des usagers.

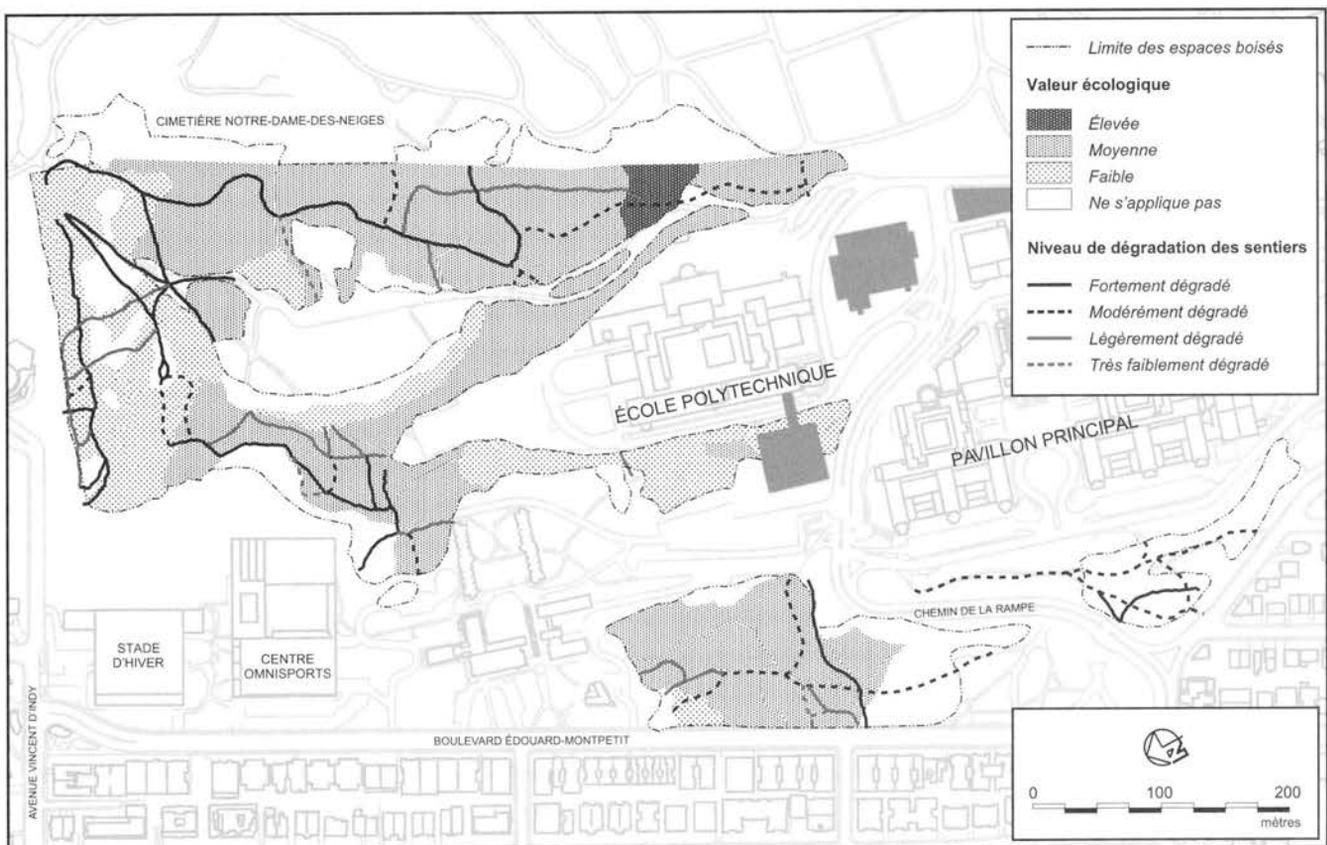


Figure 4. Valeur écologique et niveau de dégradation des sentiers

Pour effectuer l'évaluation de la dégradation des sentiers, sept variables sont considérées : la largeur, la pierrosité, la litière, les racines, l'érosion, les traces de véhicule et le recouvrement végétal sur le sentier (Cogliastro *et al.*, 1996). Chaque variable est subdivisée en trois ou quatre classes auxquelles est associée une valeur pondérée. Une valeur faible correspond à une faible dégradation et une valeur élevée à une forte dégradation. Sur le terrain, l'observateur parcourt le sentier et évalue, pour chaque variable, dans quelle classe il se situe.

L'estimation globale de la dégradation correspond à la somme des valeurs associées à chaque variable. La valeur minimale pouvant être obtenue est de 7 (aucune dégradation) et la valeur maximale de 26 (très fortement dégradé). Les valeurs totales sont ensuite exprimées en niveau de dégradation.

Total des variables	Niveau de dégradation
7 à 9	Très faible dégradation
10 à 12	Légèrement dégradé
13 à 15	Modérément dégradé
16 à 20	Fortement dégradé
21 à 26	Très fortement dégradé

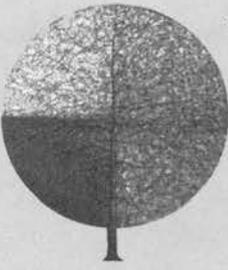
Sur les 5358 m que forme le réseau de sentiers qui sillonnent les espaces boisés de l'Université de Montréal, 50 % sont considérés comme fortement dégradés, 29 % sont modérément dégradés, 19 % sont légèrement dégradés et 2 % sont très faiblement dégradés (figure 4). La valeur écologique des différentes communautés végétales nous permet d'établir certaines priorités à l'égard d'interventions. Ainsi, le sentier traversant l'unité de végétation de valeur écologique élevée est l'un de ces endroits où il est impérieux d'agir afin de protéger une plante rare : le carex porte-tête. La présence de sentiers fortement dégradés au sein des unités de végétation de valeur écologique moyenne se traduit généralement par le développement d'un réseau de sentiers secondaires et tertiaires complexes où le piétinement est susceptible d'appauvrir le cortège floristique indigène de certaines communautés. Le réseau étant plutôt dense dans ce secteur, il est recommandé

de supprimer les sentiers secondaires et tertiaires. Le retrait de ces sentiers aurait pour conséquence de limiter les effets néfastes de l'érosion et du piétinement liés à la circulation. Sur la base du niveau d'utilisation des sentiers et de la valeur écologique des unités, il serait avantageux d'officialiser certains sentiers afin de canaliser la circulation.

Conclusion

La présence d'une telle diversité de peuplements forestiers, allant de l'érablière à caryer cordiforme à la chênaie rouge, sur le campus d'une grande université d'enseignement et de recherche, située dans une métropole, a de quoi étonner. Cette richesse témoigne d'une vision avant-gardiste des bâtisseurs de l'Université de Montréal. En 2004, il semble normal d'avoir préservé un tel patrimoine écologique. Pourtant, surtout pendant les décennies 1960 et 1970, caractérisées par la destruction autant du patrimoine bâti que celui de la nature, il n'aurait pas été difficile de détruire le grand boisé bordant la rue Édouard-Montpetit pour construire certains pavillons. Il suffit de faire le tour des propriétés institutionnelles, universités, hôpitaux et cimetières, qui ceignent le mont Royal, pour constater à quel point cette utilisation respectueuse de l'environnement se démarque. Par cette présence exceptionnelle d'espaces boisés remarquables, l'Université de Montréal contribue, de façon exemplaire, à la qualité de l'environnement urbain. Elle prolonge ainsi l'essentiel de la mission universitaire.

Ces boisés servent déjà et continueront à servir à l'enseignement et à la recherche, d'autant plus qu'ils ont été échantillonnés de façon systématique. Dans 10, 20 et 50 ans, il sera possible de suivre l'évolution du couvert végétal et de constater que l'Université de Montréal a donné l'exemple, alliant enseignement, recherche et service à la collectivité.



- ♦ 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



l'Atelier



TERGOS
le développement durable
appliqué à l'architecture

a.montero, b. arch

spécialiste de l'architecture verte
consultation
plans & devis

235 saint-vallier ouest québec (qc) g1k1k3
(418)522-1496 tergos@mediom.com

Remerciements

Cette étude a été subventionnée par la Direction des immeubles de l'Université de Montréal. Au sein de cette direction, nous aimerions souligner la précieuse collaboration d'Émile Sayegh, directeur des grands projets. Sur le terrain, nous avons bénéficié du soutien technique de Julie Thibeault et de Benoît Audet. Bastien Fontaine, Mathieu Giroux et Gaël Gousseau ont aussi contribué à l'échantillonnage. De plus, nous avons profité des connaissances de Marc Delage en regard de l'aspect géologique et géomorphologique. Enfin, André Ménard, du Département de géographie de l'Université de Montréal ainsi que Éric Pednault, agent technique à la Ville de Montréal, ont contribué à la réalisation du volet cartographique. ◀

Références

- BOIVIN, R., 1990. La végétation forestière du Mont-Royal (Montréal - Québec). Mémoire de maîtrise présenté à la Faculté des Études supérieures, Université de Montréal. 105 p.
- BOURDAGES, J.L., G. DOMON, L. CLOUTIER, P. DRAPEAU et A. BOUCHARD, 1990. Caractéristiques écologiques et potentiels du parc régional de l'Anse-à-l'Orme. Rapport final préparé pour la Communauté urbaine de Montréal. Centre de recherches écologiques de Montréal, Université de Montréal. 235 p. et annexes.
- BÉDARD, P., 2002b. Carte topographique *in*: Excursion géologique au mont Royal. (site internet), Département des Sciences de la Terre et de l'Atmosphère, Université du Québec à Montréal, http://www.unites.uqam.ca/sct/mont-Royal/excursion_mt-royal.html
- BOUCHARD A. et J. BRISSON, 1996. Domaine de l'érablière à caryer cordiforme. p. 160-170. *In* Manuel de foresterie. Ordre des ingénieurs forestiers du Québec. Presses de l'Université Laval. 1427 p.
- BOUCHARD, A., D. BARABÉ, M. DUMAIS et S. HAY, 1983. Les plantes vasculaires rares du Québec. The rare vascular plant of Québec. Syllogeus. Musée national des sciences naturelles, Musées nationaux du Canada, No 48, 79 p. et 75 p.
- BOURDAGES, J.L., C. GAUVIN, M. ROBERT, G. DOMON, A. BOUCHARD et P. DRAPEAU, 1988. Étude des ressources et des potentiels du parc régional du Cap St-Jacques. Rapport final préparé pour la Communauté urbaine de Montréal. Centre de recherches écologiques de Montréal, Université de Montréal. 227 p. et annexes.
- BRISSON, J. et A. BOUCHARD, 2003. In the past two centuries, human activities have caused major changes in the tree species composition of southern Québec, Canada. *Écoscience*, 10 (2): 236-246.
- COGLIASTRO A., D. LAJEUNESSE, G. DOMON et A. BOUCHARD, 1996. Programme de gestion des écosystèmes des parcs-nature de la Communauté urbaine de Montréal. Rapport final présenté à la Division des parcs-nature, Communauté urbaine de Montréal. 136 p.
- DANSEREAU, P., 1959. Phytogeographia Laurentiana. II. The plant associations of the St. Lawrence Valley. Contributions de l'Institut Botanique de l'Université de Montréal no. 75, 147 p.
- DOMON G. et A. BOUCHARD, 1981. La végétation et l'aménagement du parc régional du Bois-de-Saraguay. Jardin botanique de la Ville de Montréal. 96 p.
- DOMON, G., Y. BERGERON et P. MOUSSEAU, 1986. La hiérarchisation des unités forestières et des bois en milieu urbain sur la base de leur valeur écologique. *Biological Conservation*, 37: 157-177.
- 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.
- LAJEUNESSE D., G. DOMON, P. DRAPEAU, A. COGLIASTRO et A. BOUCHARD, 1995. Development and application of an ecosystem management approach for protected natural areas. *Environnement Management* 4: 481-495.
- MARIE-VICTORIN, 1995. Flore Laurentienne. 3^e édition par L. Brouillet, S.G. Hay et I. Goulet. Les Presses de l'Université de Montréal, Montréal, Québec.
- MINISTÈRE DE LA CULTURE ET DE LA COMMUNICATION, 2003. Le mont Royal: un arrondissement historique et naturel à préserver. (site internet), Ministère de la Culture et des Communications. Gouvernement du Québec, <http://www.mcc.gouv.qc.ca/mont-royal/mont-royal-informations.htm>
- OUELLETTE J., J.C. BOISVERT et J. PARÉ. 1995. Plan directeur, édition 1995. Campus de l'Université de Montréal. 53 p. et planches.

Extension d'aire du saule faux-monticole au Québec (*Salix pseudomonticola*)

Marcel Blondeau

Introduction

Une nouvelle station du *Salix pseudomonticola* Ball au Québec vient d'être découverte près du lac Albanel, sur la route 167 reliant Chibougamau au lac Albanel. Pour apprécier l'intérêt de cet événement, il est utile de faire le point sur la taxonomie de ce saule et sur sa répartition géographique.

dans les prairies humides, sur les pentes glaiseuses, à la limite des pessières et des peupleraies, dans les milieux caillouteux ouverts; il n'est ni calcicole, ni serpentinicole (Labrecque et Lavoie, 2002). Selon Dorn (1975), cette espèce ne s'hybride-rait pas avec d'autres saules.

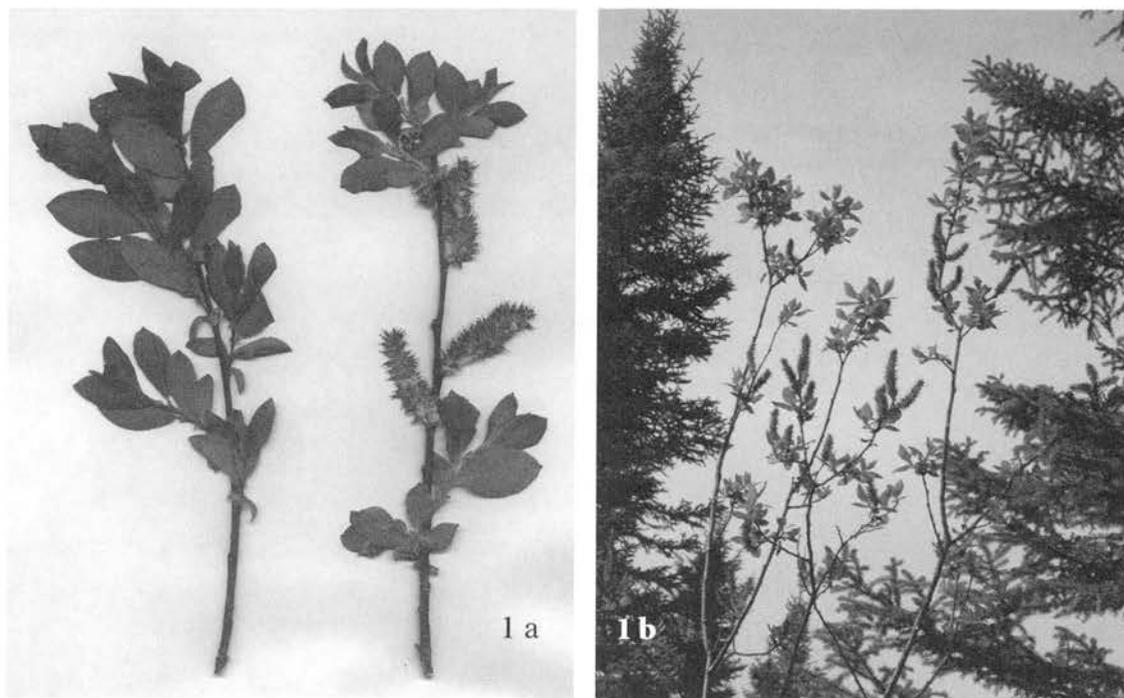


Figure 1. a: Spécimen récolté par Blondeau et Désilets, à l'est du lac Albanel, le 17 juin 2004; b: port de la plante du lac Albanel

Caractéristiques du *Salix pseudomonticola*

Le *Salix pseudomonticola*, (saule faux-monticole, de *monticola*, qui croît dans les montagnes), se reconnaît (figure 1) par l'ensemble des caractères suivants: floraison précoce, chatons sessiles, capsules glabres, bractées prolongées par de longs poils; jeunes feuilles rougeâtres, translucides; limbe largement elliptique et finement denticulé, asymétrique à la base (Soper et Heimburger, 1982; Argus, 2001). À l'état végétatif, les stipules bien développées permettent de le distinguer du *Salix pyrifolia* Anderss. qui est dépourvu de stipule. Ce saule se trouve sur les rivages des rivières et des lacs,

Taxonomie

Jusqu'à récemment, les auteurs regroupaient le *Salix pseudomonticola* avec d'autres espèces: *Salix padophylla* Rydb. (Hultén, 1968), *Salix monticola* Bebb (Argus, 1973; Cody, 1996; Scoggan, 1978-1979) ou *Salix padifolia* Rydb. (Raup, 1959). L'étude de Dorn (1975) propose une nouvelle approche taxonomique: le *Salix pseudomonticola* et le *Salix monticola* sont considérés comme deux espèces distinctes.

Marcel Blondeau est botaniste consultant. On peut le joindre à l'adresse suivante : marcelblondeau@biz.videotron.ca

Cela se confirme, entre autres, par leurs nombres chromosomiques différents (*Salix pseudomonticola*, $2n = 38$; *Salix monticola*, $2n = 114$). À ce jour, la synonymie pour chacune des deux espèces se présente ainsi (USDA, NRCS, 2004; Dorn, 1975):

***Salix pseudomonticola* Ball**

Synonyme:

Salix barclayi Anderss. var. *pseudomonticola* (Ball) L. Kelso

***Salix monticola* Bebb**

Synonymes:

- Salix amelanchieroides* L. Kelso
- Salix barclayi* Anderss. var. *cochetopiana* L. Kelso
- Salix barclayi* Anderss. var. *neomexicana* (E.H. Kelso) L. Kelso
- Salix barclayi* Anderss. var. *padophylla* (Rydb.) L. Kelso
- Salix barclayi* Anderss. var. *resurrectionis* L. Kelso
- Salix barclayi* Anderss. var. *uncompahgre* L. Kelso
- Salix barclayi* Anderss. var. *veritomonticola* L. Kelso
- Salix cordata* Michx. var. *crux-aureae* L. Kelso
- Salix cordata* Michx. var. *monticola* (Bebb) L. Kelso
- Salix dissymetrica* L. Kelso
- Salix monticola* Bebb var. *neomexicana* E.H. Kelso
- Salix padifolia* Rydb. non Anderss.
- Salix pseudomonticola* Ball var. *padophylla* (Rydb.) Ball
- Salix sawatchicola* L. Kelso

Le *Salix monticola* fut décrit en 1885 et le *Salix pseudomonticola* en 1921. Entre temps, et jusqu'à 1975, plusieurs nouvelles combinaisons taxonomiques ont été proposées, dont fait état la synonymie citée ci-dessus. L'enchevêtrement de cette nomenclature explique peut-être la citation ambiguë de ce saule par Marie-Victorin (1995) qui fait mention du *Salix pseudomonticola* Bebb (taxon inexistant), plutôt que du *Salix pseudomonticola* Ball ou du *Salix monticola* Bebb.

Le synonyme *Salix amelanchieroides* qui s'applique au *Salix monticola* pourrait analogiquement convenir au *Salix pseudomonticola* dont les jeunes feuilles teintées de rose rappellent, au premier coup d'œil, celles de l'*Amelanchier bartramiana*.

Répartition en Amérique du Nord

Le *Salix pseudomonticola* est une espèce boréale du Nord-Ouest américain (figure 2) dont l'aire de répartition s'étend de l'Alaska à l'ouest du Québec ainsi que dans les États américains suivants: Alaska, Arkansas, Idaho, Minnesota, Montana, Washington et Wyoming (NatureServe, 2003). L'aire de répartition du *Salix monticola* est située plus

au sud, soit dans les États américains suivants: Arizona, Arkansas, Colorado, New Mexico, Utah et Wyoming (Dorn, 1975).

Répartition au Québec

La présence du saule faux-monticole au Québec fut signalée pour la première fois par le père Arthème Dutilly, o.m.i. et l'abbé Ernest Lepage (Dutilly et Lepage, 1948) qui, le 2 juillet 1945, l'observèrent à Waskaganish (nommé alors Rupert House), village cri situé à l'embouchure de la rivière Rupert (51° 12' N - 78° 46' O). L'année suivante (1946), en descendant la rivière Harricana, en route vers la baie James, les mêmes botanistes en firent quelques autres récoltes dans le secteur québécois de cette rivière (Dutilly et Lepage, 1952). Des spécimens témoins de Dutilly et Lepage sont conservés à l'Herbier Louis-Marie de l'Université Laval (QFA) pour chacune des deux localités. D'autres herbiers conservent également de ces spécimens: CAN, GH, MT et QUE¹ et herbier Marcel-Blondeau.

Puisque le *Salix pseudomonticola* fait partie de la section des *Cordatae*, il est normal qu'on lui trouve des ressemblances avec le *Salix cordata* Michx. (Dutilly et Lepage, 1948). Il s'en distingue par ses chatons sessiles, ses jeunes feuilles rougeâtres, ses capsules graduellement atténuées vers l'apex et par ses feuilles glabres sur la face abaxiale; chez le *Salix cordata*, les chatons sont pédonculés, les jeunes feuilles verdâtres, les capsules abruptement rétrécies vers l'apex, les feuilles pubescentes à la face inférieure. Le saule faux-monticole peut aussi être confondu avec le *Salix myricoides* Muhl. (Raup, 1949) ou avec le *Salix ballii* Dorn. Dans le passé, la complexité de la nomenclature et de la taxonomie créait beaucoup d'ambiguïté lors de l'identification des spécimens. Les clarifications apportées à la taxonomie et la nomenclature par Dorn (1975) ont permis aux spécialistes de réviser certaines récoltes de Dutilly et Lepage originellement nommées *Salix pseudomonticola* et ainsi citées ainsi dans la littérature (Dutilly et Lepage, 1951, 1952, 1963). Par

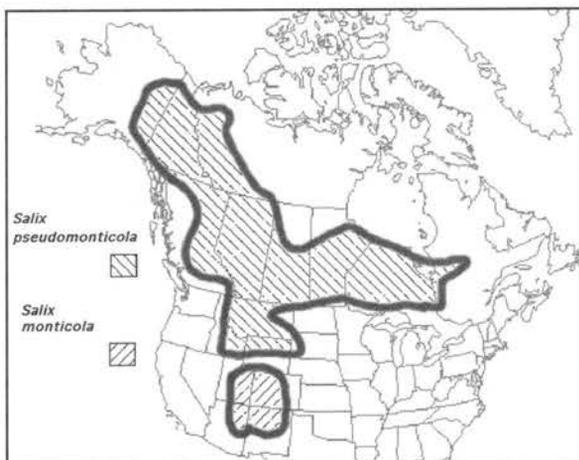


Figure 2. Répartition nord-américaine du *Salix pseudomonticola* et du *S. monticola* (mise à jour de Dorn 1975).

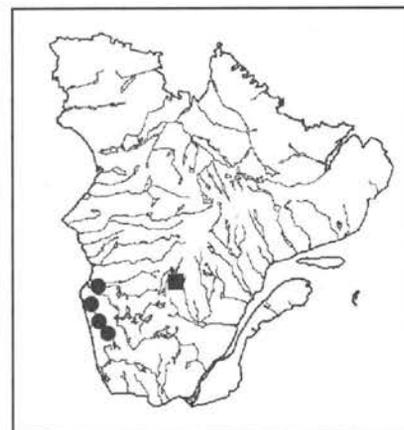


Figure 3. Répartition au Québec du *Salix pseudomonticola*: ● récolte de Dutilly & Lepage; ■ récolte de Blondeau & Désilets.

exemple, le spécialiste canadien des saules G.W. Argus a attribué au *Salix ballii* le spécimen n° 15 319 (QFA) de Dutilly et Lepage de la rivière Harricana, un autre (n° 14 510 MT) de la rivière Wiachouan, aujourd'hui rivière De Troyes (Dutilly et Lepage, 1951). Il a également attribué au *Salix myricoides* leur spécimen n° 35 213 (QFA) de la rivière Nottaway (Dutilly et Lepage, 1963). En tenant compte de ces révisions, la carte à jour (figure 3) de la répartition du *Salix pseudomonticola* a pu être dressée.

Salix pseudomonticola au Québec

Au Québec, la limite septentrionale de l'aire de répartition du *Salix pseudomonticola* se situe à Waskaganish, à 51° 29' de latitude nord, et sa limite orientale à 73° de longitude ouest, au sud-est du lac Albel, soit plus de 400 km à l'est de Waskaganish. Certains points représentant des localités dans les cartes de Dutilly et Lepage (1951) et de Lepage (1974), sont disparus à la suite des révisions de G.W. Argus. Il en va de même pour la mention du golfe de Richmond (Payette et Lepage, 1977; Morisset et Payette, 1987) et pour l'Arctique (rivière Wiachouan) (Bouchard *et al.*, 1983). Le plus souvent, les révisions ont attribué les spécimens au *Salix ballii*, une récente innovation taxonomique de Dorn (1975).

Récoltes de Dutilly et Lepage

Rupert House, 51° 30'N, 2 juillet 1945, pente glaiseuse, n° 14 029 (QFA), n° 14 036 (QFA); n° 14 037 (QFA), n° 14 038 (QFA, QUE), n° 14 040 (QFA, QUE); pente argileuse, n° 14 044 (QFA, GH); *eodem* bas de la pente glaiseuse, 11 juillet 1945, n° 14 132 (QFA) (Dutilly, Lepage et Duman, 1948).

Haricanaw River, P.Q., 48° 20'–51°N, rivage humide, 2 juillet 1946, n° 15 201 (QFA); *eodem*, rivage humide, 4 juillet 1946, n° 15 235 (GH, QFA); *eodem*, rivage graveleux, 8 juillet 1946, n° 15 297 (QFA) (Dutilly et Lepage, 1952).

Récoltes de Blondeau et Désilets

Nord-du-Québec, Municipalité de la Baie-James, Jamésie, réserve faunique des lacs Albel-Mistassini-et-Waconichi, 51° 03,810'N - 73° 01,921' O; alt. 513 m, route 167, sur le bord de la route. Moins de 1 mètre de haut, avec d'autres petits saules. 17 juin 2004, n° 04MAT-58 (QFA et herbier Marcel-Blondeau); *eodem*, 51° 03,769' N - 73° 01,020' O, alt. 536 m. Limite arborée d'une tourbière bien drainée à *Ledum* et *Chamaedaphne*, croissant avec *Picea mariana*, *Betula papyrifera*, *Salix bebbiana* et *Pyrus americana*. Une dizaine d'individus de 1 à 2 mètres de hauteur. 17 juin 2004, n° 04MAT-59 (CAN, DAO, QFA, QUE, MT, MTMG et herbier Marcel Blondeau).

Rareté

Dans les États américains où le *Salix pseudomonticola* est présent, la plante n'est pas considérée comme rare, sauf dans l'Idaho (S1)² et le Wyoming (S2). Au Canada, dans quatre provinces ou territoires, l'espèce n'a pas de rang de priorité pour la conservation : au Manitoba, dans les Territoires-du-Nord-Ouest, en Saskatchewan et dans le Territoire du Yukon. Ailleurs au Canada, son rang de rareté est variable : Alberta (S4), Colombie-Britannique (S3S4), Ontario (S3), Québec (S1). Au Québec la plante est considérée comme rare (Bouchard *et al.*, 1983) et susceptible d'être désignée menacée ou vulnérable (Labrecque et Lavoie, 2002).

Il serait intéressant d'explorer davantage la région qui sépare Waskaganish du nouveau site à l'est du lac Albel. Le *Salix pseudomonticola* pourrait s'y trouver.

Remerciements

L'auteur remercie George W. Argus pour la vérification des spécimens, Patricia Désilets pour son aide sur le terrain, Jean Gagnon pour ses remarques pertinentes sur le manuscrit ainsi que J. Oldham pour les renseignements concernant la rareté des saules au Canada. ◀

Références

- ARGUS, G.W., 1973. The genus *Salix* in Alaska and the Yukon. Canadian National Museum Natural Science, Publication in Botany, n° 2, 279 p.
- ARGUS, G.W., 2001. A guide to the identification of willows in Alaska, the Yukon territory and adjacent regions. Workshop on willow identification. <http://aknhp.uaa.alaska.edu/willow/>
- BOUCHARD, A., D. BARABÉ, M. DUMAIS et S. HAY, 1983. Les plantes vasculaires rares du Québec. Syllogeus, n° 48, 79 p.
- CODY, W.J., 1996. Flora of the Yukon Territory. National Research Council Research Press, Ottawa, Ontario, 646 p.
- DORN, R.D., 1975. A systematic study of *Salix* section Cordatae in North America. Canadian Journal of Botany, 53: 1491-1522.
- DUTILLY, A. et E. LEPAGE, 1948. Coup d'œil sur la flore subarctique du Québec de la baie James au lac Mistassini. Contribution of the Arctic Institute, The Catholic University of America, n° 5F, 170 p. [Réimprimé du Naturaliste canadien, 72:185-224, 266-288, 1945. 73: 419-435, 1946. 74: 43-60, 66-78, 177-188, 207-224, 250-272, 1947, avec changement de pagination, ajout de corrections et index alphabétique des espèces.]
- DUTILLY, A. et E. Lepage, 1951. La traversée de l'Ungava en 1945. Contribution of the Arctic Institute, The Catholic University of America, n° 2F, 130 p. [Réimprimé du Naturaliste canadien, 77: 136-181, 1950. 78: 5-77, 1951, avec changement de pagination, ajout de corrections et index alphabétique des espèces.]
- DUTILLY, A. et E. LEPAGE, 1952. Exploration sommaire de la rivière Harricana. Contribution of the Arctic Institute, The Catholic University of America, n° 3F, 39 p. [Réimprimé du Naturaliste canadien, 78: 253-283, 1951, avec changement de pagination, ajout de corrections et index alphabétique des espèces.]
- DUTILLY, A. et E. LEPAGE, 1963. Contribution à la flore du versant sud de la baie James, Québec-Ontario. Contribution of the Arctic Institute, The Catholic University of America, n° 12F, 199 p.

- DUTILLY, A., E. LEPAGE et M. DUMAN, 1958. Contribution à la flore des îles (T.N.O.) et du versant oriental de la baie James (Qué.). Contribution of the Arctic Institute, The Catholic University of America, n° 9F, 199 p.
- HOLMGREN, P.K., N.H. HOLMGREN, and L.C. BARNETT, 1990. Index Herbariorum, Part 1, The Herbaria of the World. Ed. 8. New York Botanical Garden, Bronx, 693 p.
- HULTÉN, E., 1968. Flora of Alaska and neighboring territories. Stanford University Press, Stanford, 1008 p.
- 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, 200 p.
- LEPAGE, E., 1974. Additions et extensions d'aires dans la flore du Québec, la nature de l'*Eriocaulon rollandii* Rousseau et description d'un nouvel hybride de *Primula*. Naturaliste canadien, 101 : 925-926.
- MARIE-VICTORIN, F., 1995. Flore laurentienne. 3^e édition, mise à jour et annotée par Brouillet, L., Hay, S. et Goulet, I., en collaboration avec Blondeau, M., Cayouette, J. et Labrecque, J. Première réimpression revue et corrigée. Les Presses de l'Université de Montréal. Montréal, 1093 p.
- MORISSET, P. et S. PAYETTE (éd.), 1987. Flore du Québec nordique et des territoires adjacents. – Centre d'études nordiques et Herbar Louis-Marie, Université Laval, Québec. 3 vol., 785 p.
- NATURESERVE, 2003. NatureServe Explorer: An online encyclopedia of life [web application]. Version 1.8. NatureServe, Arlington, Virginia. Available <http://www.mnr.gov.on.ca/MNR/nhic/>
- PAYETTE, S. et E. LEPAGE, 1977. La flore vasculaire du golfe de Richmond, baie d'Hudson, Nouveau-Québec. Provancheria, n°7, 68 p.
- RAUP, H.M., 1959. The Willows of Boreal Western America. Contributions from the Gray Herbarium of Harvard University, no 185, 95 p.
- SCOGGAN, H.J., 1978-1979. The flora of Canada. National Museums of Canada, National Museum of Natural Sciences, Publication in Botany n° 7, Parts 1-4, 1711 p.
- SOPER, J.H. and M.L. HEIMBURGER, 1982. Shrubs of Ontario. Toronto, Royal Ontario Museum, Life Sciences Miscellaneous Publication, 495 p.
- USDA, NRCS, 2004. The PLANTS Database, version 3.5 (<http://plants.usda.gov>). National Plant Data Center, Baton Rouge, LA, USA.

1. Les acronymes des herbiers sont ceux proposés par Holmgren *et al.* (1990).
2. Pour l'interprétation de ces codes, voir Oldham (1999).



Merci!

aux passionnés de nature

FONDATION DE LA FAUNE DU QUÉBEC

DÉCOUVREZ VOTRE FONDATION
www.fondationdelafaune.qc.ca

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.

La collection d'insectes de Victor-Alphonse Huard

Jean-Marie Perron

*En août 2003, les autorités du Séminaire de Chicoutimi déposaient aux Collections de l'Université Laval, la collection d'insectes du chanoine V.-A. Huard. Elle se composait de 58 tiroirs entomologiques standards dans lesquels les insectes étaient épinglés très serrés. Plusieurs spécimens étaient malheureusement irrécupérables. À l'exception des trois collections connues de Provancher, elle contiendrait le plus grand nombre d'insectes venant du grand naturaliste. Le spécimen type *Ichneumon saguenayensis* Provancher, en bon état de conservation, faisait également partie de la collection.*



Figure 1. Le chanoine Victor-Alphonse Huard

Notes biographiques

Le chanoine Huard (figure 1) naquit à Québec le 28 février 1853 et y décéda le 15 octobre 1929. Il fut inhumé dans le lot familial E-25 au cimetière Saint-Charles, Québec. Aucune marque externe de la présence du chanoine Huard n'est actuellement visible au cimetière. Lors de ma visite, le 11 août 2004, les ouvriers venaient d'enfouir dans le sol les fragments du monument funéraire abîmé par le temps. Nous formulons le souhait que des personnalités sensibilisées à l'œuvre du chanoine Huard puissent se réunir et faire ériger sur son tombeau une marque commémorative de respect et de reconnaissance.

L'abbé Huard eut une carrière très active. Quelques mois après son ordination à Québec en 1876, les autorités lui demandèrent de participer à l'œuvre naissante du Séminaire

de Chicoutimi. Durant les 25 ans qu'il passa à Chicoutimi, il occupa simultanément ou successivement les charges de professeur de rhétorique, de préfet des études, de directeur du Grand Séminaire et de supérieur, en plus de monter une librairie, une bibliothèque, un musée, de fonder des sociétés littéraires, un journal collégial, de rédiger l'annuaire, les annales et de poursuivre ses études scientifiques. Les personnes qui l'ont connu le décrivent comme un personnage de petite taille, malingre, bègue, marchant de façon un peu singulière. Ses grandes qualités sociales, son humour de bon aloi lui permettaient de soulever dans son entourage de l'intérêt pour les causes qui lui tenaient à cœur. Ses talents musicaux, – il jouait de plusieurs instruments de musique comme le violon, le violoncelle, la flûte et la guimbarde –, le rendaient chaleureux en société. Lorsqu'il partait en voyage, il n'oubliait jamais d'apporter avec lui sa chape de laine, son bréviaire, son tabac, sa pipe et des pailles de riz pour la nettoyer. Le genre de vie qu'il menait en faisait un personnage amusant, agréable de compagnie et charmant. Doué d'une grande culture intellectuelle et d'une vaste érudition scientifique, il exerçait son autorité avec douceur, amabilité et subtilité. Ce qui le caractérisait le plus c'est avant tout sa grande renommée d'éducateur, de vulgarisateur et de communicateur.

Son éveil pour les sciences se produisit lors d'une rencontre fortuite qu'il fit avec le grand naturaliste Léon Provancher, lorsqu'il était jeune séminariste à Québec. Au cours d'une excursion à Montréal, se retrouvant le compagnon de marche du naturaliste, il eut avec lui une longue conversation sur les sciences naturelles et en particulier sur les insectes. À partir de 1872, il cultiva plus assidûment son intérêt pour les sciences en entretenant une relation d'amitié chaleureuse et soutenue avec Provancher. Chaque année, il ne manquait jamais de passer un certain temps en sa compagnie dans sa maison de Cap-Rouge et d'entreprendre avec lui plusieurs voyages. Au décès de Provancher, survenu le 23 mars 1892, il acquit de Julie Julien, la servante et la seule héritière de

Jean-Marie Perron, professeur émérite, est conservateur invité des collections d'invertébrés et de vertébrés de l'Université Laval.

Provancher, son herbier, sa volumineuse correspondance, ses manuscrits inédits et le titre de la revue *Le Naturaliste canadien*. En 1894, il remit sur pied la revue de Provancher pour en faire un organe de vulgarisation scientifique au contenu diversifié, reflétant les différentes facettes de sa personnalité. En 1901, il revint à Québec pour devenir rédacteur de *La Semaine religieuse*, occuper les postes de conservateur du Musée de l'Instruction publique de la province de Québec, de 1904 à 1927, et de premier entomologiste provincial, de 1913 à 1916. Connaissant parfaitement les lacunes dans l'enseignement collégial alors au Québec, il rédigea des manuels dans plusieurs branches des sciences naturelles que le Conseil de l'Instruction publique approuva et recommanda aux enseignants du niveau primaire. Sa carrière d'écrivain se compléta par quelques récits de voyage et, surtout, par la longue biographie de l'abbé Léon Provancher (Huard, 1926). Les autorités, tant civiles que religieuses, reconnurent son œuvre en lui décernant plusieurs titres ou décorations honorifiques (Desgagné, 1959; Desmeules, 2005; Lapointe, 1930; Maheux, 1930).

Sa méthodologie

Huard avait des habitudes de travail méthodique. Il passait de longues heures à sa table de travail où s'alignaient à la file de multiples travaux en marche. Il passait d'un sujet à l'autre avec une minutie bien ordonnée. C'est en mai 1873, lorsqu'il était étudiant en théologie au Grand Séminaire de Québec, qu'il commença à rédiger le catalogue de sa collection d'insectes. Sa méthodologie, quoique inhabituelle, est très différente de celle de son maître. À première vue, son catalogue apparaît comme un mélange de noms d'insectes puisqu'il les présente à mesure qu'ils lui sont donnés, passant ainsi, d'une ligne à l'autre, des Coléoptères aux Hémiptères, aux Diptères, puis aux Hyménoptères, aux Coléoptères, etc. Il présente les espèces en leur donnant un numéro, de 1 jusqu'à 2 098. Il indique également par un chiffre romain à quel ordre appartient le spécimen. Il y ajoute minutieusement des détails qui le concernent comme la date et l'endroit de capture, le nom du donateur, le nom latin, etc. Quelques notes biologiques accompagnent certaines espèces.

En revanche, il regroupa dans sa collection les insectes selon leur ordre taxinomique respectif, en tenant compte de l'arrangement phylogénétique suivi par Provancher. Pour étiqueter ses insectes, il procède de la même façon que Provancher. Il place le numéro de l'espèce correspondant à son catalogue et l'étiquette d'identification sur le premier spécimen. Lorsqu'il y a plus d'un spécimen, il ajoute en ligne les autres sans étiquettes à la suite du premier (figure 2). La liste des numéros imprimés sur papier de différentes couleurs et les étiquettes bordées de rouge lui proviennent de Provancher qui les faisait imprimer chez C. Darveau à Québec.

Cette présentation rend la consultation de son catalogue et de sa collection très difficile pour celui qui recherche les coordonnées d'une espèce particulière. Depuis son catalogue, il faudra parcourir parfois plusieurs pages avant de

trouver l'espèce recherchée. La recherche dans la collection est encore plus complexe. Les espèces n'étant pas disposées par ordre numérique, il faudra également chercher le spécimen parmi les autres en repérant un numéro ou en lisant le nom scientifique sur l'étiquette.

Provenance des insectes

Comme il l'indique aux premières pages de son catalogue, plusieurs personnes lui ont donné des insectes. En plus des prêtres des Séminaires de Québec et de Chicoutimi et de quelques paroisses environnantes, plusieurs personnalités lui apportèrent leur contribution. Pour n'en citer que quelques-unes, nous remarquons les noms suivants : l'abbé Léon Provancher, l'abbé François-Xavier Burque, professeur au Séminaire de Saint-Hyacinthe, l'abbé Cl. Laflamme, M^{gr} Taschereau, archevêque de Québec, François-Xavier Bélanger, conservateur du musée de zoologie de l'Université Laval, le révérend Thomas Fyles de Lévis, l'honorable D. Price, industriel, etc. Le goût de l'étude des insectes qu'il communiqua aux élèves du séminaire, tant à Québec qu'à Chicoutimi, lui fut une source de nombreux spécimens. Un jour, il écrivit : « les petits se livrent avec ardeur à la chasse aux insectes, qu'ils capturent en levant les cailloux dans les champs. Dans tous les environs, on ne trouve plus une pierre qui n'ait été soulevée » (Lapointe, 1930). Une trentaine d'élèves, surtout de Chicoutimi, lui apportèrent des insectes. Les plus dévoués furent Ernest Hervieux, David-Olivier Dufresne, Arthur Kéroack, Raoul Lavoie, Thomas Lapointe. En tout, une soixantaine de personnes lui ont donné des insectes.

Son catalogue nous révèle que Provancher fut son plus grand collaborateur. Dès 1873, sans doute pour bien commencer sa collection, il lui donna plusieurs espèces de Coléoptères, d'Hyménoptères et d'Hémiptères. En 1882, il ajoutera plusieurs dizaines d'Hyménoptères. Jusqu'à son

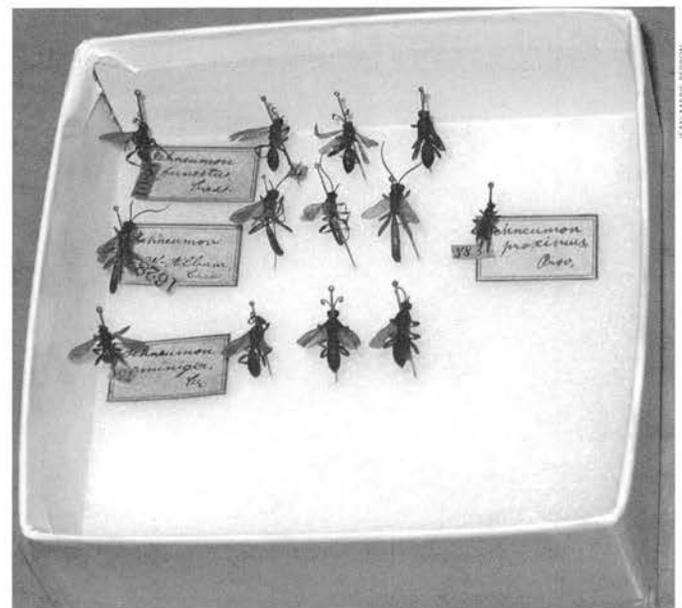


Figure 2. Disposition des spécimens

décès, Provancher vérifiera l'identification de ses insectes et lui fournira le nom de nombreuses espèces. En tout, 460 espèces proviendraient de Provancher faisant de cette collection celle qui contiendrait le plus grand nombre de spécimens du grand naturaliste après ses trois collections présentement reconnues par les scientifiques. Le rôle qu'a joué Provancher dans la collection Huard lui confère une valeur scientifique indéniable puisque, après révision taxinomique ultérieure, elle pourrait contenir d'autres spécimens provenant de Provancher et susceptibles d'être désignés type de l'espèce (Barron, 1971).

Parmi les élèves, Hernest Hervieux fut sans doute l'un des plus actifs collectionneurs. C'est à l'été 1878, qu'il commença à lui apporter des insectes. Son nom apparaîtra régulièrement dans son catalogue par la suite. Fréquemment, il lui donna des lots de spécimens. En 1880 et 1881, il déposa une cinquantaine d'espèces d'Hyménoptères et en 1885-1886 (Huard, 1886), un autre lot d'insectes contenant l'*Ichneumon saguenayensis* (figure 3), nommé par Provancher, et dont la description fut publiée en 1889 (Provancher, 1889). En tout, plus de 70 espèces d'Hyménoptères furent capturées par Hervieux et identifiées par Provancher, dont deux autres nouvelles espèces : *Halictus scabrosus* Provancher et *Pamphilius provancheri* (Huart). Le grand naturaliste récompensa « cet amateur enthousiaste d'entomologie et surtout grand chasseur d'insectes », en donnant son nom à une espèce d'Hyménoptères : *Tryphon hervieuxii* Provancher (Provancher, 1879). Ce nom est toujours valide de nos jours sous la dénomination : *Rhorus hervieuxii* (Provancher) (Barron, 1975). Hervieux lui apporta plus de 180 espèces différentes. Deux autres élèves lui apporteront un nombre important de spécimens. Ce sont David-Olivier Dufresne et Raoul Lavoie qui seront aussi honorés par Provancher. La science reconnaît toujours les espèces *Rhorus dufresnei* (Provancher) et *Daglyptidea lavoiei* (Provancher).

Sur les 2 098 espèces apparaissant dans son catalogue, 1 181 lui ont été données, 353 sont de provenance inconnue et 564 auraient été capturées par lui. Son catalogue ne tient pas compte des collections qui lui ont été données par quel-

ques élèves, comme David-Odilon Dufresne et Raoul Lavoie, et des nombreux papillons nocturnes qu'il captura à la pointe aux Alouettes avant son décès (figure 4). Son catalogue n'indique pas le nombre de spécimens par espèce, par famille ou par ordre. En revanche, dans l'Annuaire du Séminaire pour l'année 1885-1886, numéro 6 (Huard, 1886), il écrira que sa collection se composait de 3 000 espèces, réunissant 8 000 spécimens. Nous présentons, au tableau 1, la répartition des espèces selon les ordres.



Figure 4. Le chanoine Huard en train d'étaler ses noctuelles à la pointe aux Alouettes. Sur la fin de sa vie, il préparait un ouvrage sur les papillons nocturnes. Dans son bureau, il avait toujours un balai dont les pailles lui servaient pour nettoyer sa pipe.

À l'exception des espèces exotiques que contient la collection, la plupart des insectes nord-américains ont été capturés dans les régions de Québec, de Chicoutimi, du Saguenay – Lac-Saint-Jean, de Charlevoix, à l'île aux Ruaux, à la pointe aux Alouettes de Baie-Sainte-Catherine. À Québec, Huard aurait surtout capturé ses insectes à Beauport, au Petit-Cap, à Saint-Joachim et à l'île aux Ruaux et, au Saguenay, à la pointe aux Alouettes de Baie-Sainte-Catherine.

Restauration de la collection

Huard conservait ses insectes dans un cabinet ressemblant à un bureau, muni de deux rangées de tiroirs vitrés s'ouvrant sur le côté (figure 5). Les spécimens étaient épinglés sur des lanières de liège collées dans le fond des tiroirs (figure 6). Ce bureau-cabinet avait été fabriqué à Montréal sur ses recommandations. Il conservait le reste de sa collection dans des boîtes qu'il rangeait comme des livres dans une bibliothèque ou dans d'autres cabinets ouverts. En quittant Chicoutimi en 1901, il apporta avec lui sa collection évitant ainsi sa perte lors du grand feu de Chicoutimi du 24 juin 1912 (Savard, 2004). À son décès survenu le 15 octobre 1929, il légua ses biens au Séminaire de Chicoutimi où la collection fut conservée jusqu'en 2003.

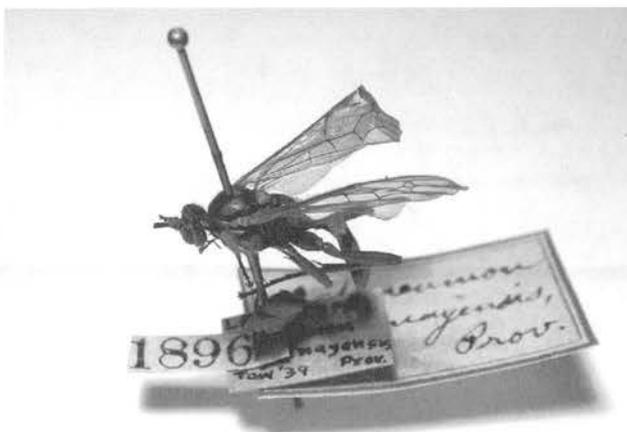


Figure 3. Spécimen type d'*Ichneumon saguenayensis* Provancher

À la fin des années 1960, les autorités demandèrent à Raymond-Marie Duchesne, élève du Séminaire, de nettoyer la collection qui avait énormément souffert de la poussière et surtout d'une infestation de dermestes. À cette occasion, les spécimens furent nettoyés, stérilisés et repiqués dans cinq cabinets neufs (figure 7). Plusieurs pertes furent notées. Au cours de ce travail, la disposition des insectes de Huard fut scrupuleusement respectée. Les boîtes et les cabinets originaux furent utilisés à d'autres fins.

En août 2003, lorsque nous avons reçu la collection, elle était à nouveau envahie par les dermestes et détériorée par les vicissitudes des années. La collection entière était recouverte d'un fin dépôt noirâtre (figure 8). Les spécimens étaient affectés par les vapeurs de Vapona, un produit utilisé qui avait réprimé efficacement l'infestation de dermestes,

mais malheureusement laissé des dépôts huileux sur les spécimens. Après une analyse minutieuse et après avoir consulté quelques collègues connaissant son importance scientifique, nous avons entrepris un long processus de restauration de la collection, qui dura six mois. Nous avons procédé de la même façon que nous l'avions fait lors de la restauration de la première et de la deuxième collection de Provancher. L'objectif était de respecter le plus fidèlement possible les méthodes de travail de l'auteur, disciple de Provancher et profondément influencé par lui, et d'assurer à la collection les conditions optimales de conservation à long terme. Tout en mettant en valeur l'importance scientifique de cette collection, il était aussi essentiel de conserver sa valeur historique. En déplaçant les spécimens, nous avons donc conservé, à notre tour, le même arrangement dans lequel nous les avons reçus.



Figure 5. Le bureau-cabinet

JEAN-MARIE FERRON



Figure 7. Cabinets du Séminaire de Chicoutimi renfermant la collection Huard.

MICHEL SAVARD

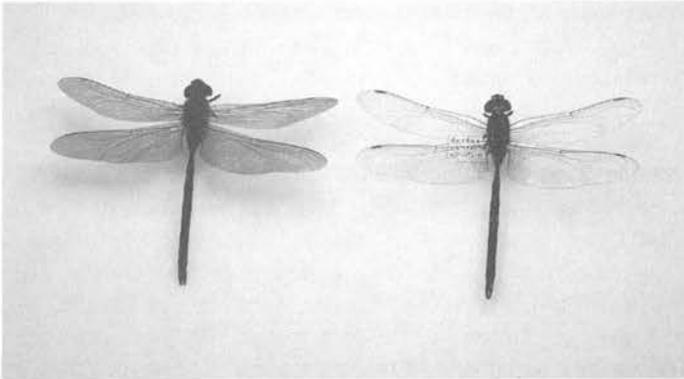


Figure 6. Lanières de liège collées dans le fond des tiroirs, servant à fixer les spécimens.

JEAN-MARIE FERRON

À notre connaissance, notre travail constitue le deuxième repiquage des spécimens depuis le décès de Huard, contrairement aux collections de Provancher qui furent remaniées à de nombreuses reprises au cours des années. Dans un premier temps, tous les spécimens furent stérilisés à l'acétate d'éthyle (figure 9). Les tiroirs et les cabinets du Séminaire présentant trop de fissures par lesquelles les dermestes pouvaient s'introduire, nous avons décidé de placer la collection, une fois stérilisée, dans des tiroirs entomologiques modernes. La collection occupe maintenant 53 tiroirs rangés dans trois cabinets métalliques (figures 10 a et b).

Le but premier de cette restauration de la collection Huard était d'arrêter sa détérioration par les dermestes et les vapeurs de Vapona, de la stabiliser à long terme et de lui donner les conditions de conservation optimale. Il restera aux taxinomistes qui le désirent à effectuer une révision qui s'impose, surtout dans l'ordre des Hyménoptères, susceptible de contenir des spécimens types de Provancher.



JEAN-MARIE PERDON

Figure 8. Dépôt noirâtre recouvrant les spécimens; à gauche, spécimen d'*Aeshna canadensis* de la collection Huard; à droite, spécimen de la même espèce de la collection de l'Université Laval.



JEAN-MARIE PERDON

Figure 9. Les spécimens ont été stérilisés à l'acétate d'éthyle dans ces contenants.

Remerciements

Je tiens à remercier le professeur André Francœur, Raymond-Marie Duchesne et Michel Savard ainsi que Mélanie Desmeules pour leurs judicieux conseils. ◀

Références

BARRON, J.R., 1976. Huard collection, Hymenoptera part at Chicoutimi, potential type specimens. Notes manuscrites. Archives des collections de Provancher, Université Laval.

BARRON, J.R., 1979. Provancher's collections of insects, particularly those of Hymenoptera, and a study of the types of his species of Ichneumonidae. *Le Naturaliste canadien*, 102: 387-591.

DESGAGNÉ, R., 1959. Mgr Victor-Alphonse Huard. *Saguenayensia*, 1: 102-104.

DESMEULES, M., 2005. Huard, Victor-Alphonse, prêtre, chanoine, homme de lettres, éducateur, vulgarisateur, rédacteur, directeur de revues, docteur ès sciences, conservateur de musée et premier entomologiste provincial. *Dictionnaire biographique du Canada (1921-1930)*, Vol. 15. Québec, Les Presses de l'Université Laval (Sous presse).

HUARD, V.-A., 1886. *Annuaire du Séminaire de Chicoutimi*, l'année 1885-1886. Numéro 6, p. 277.

HUARD, V.-A., 1926. *La vie et l'œuvre de l'abbé Provancher*. Librairie J.-P. Garneau, Québec. 507 p.

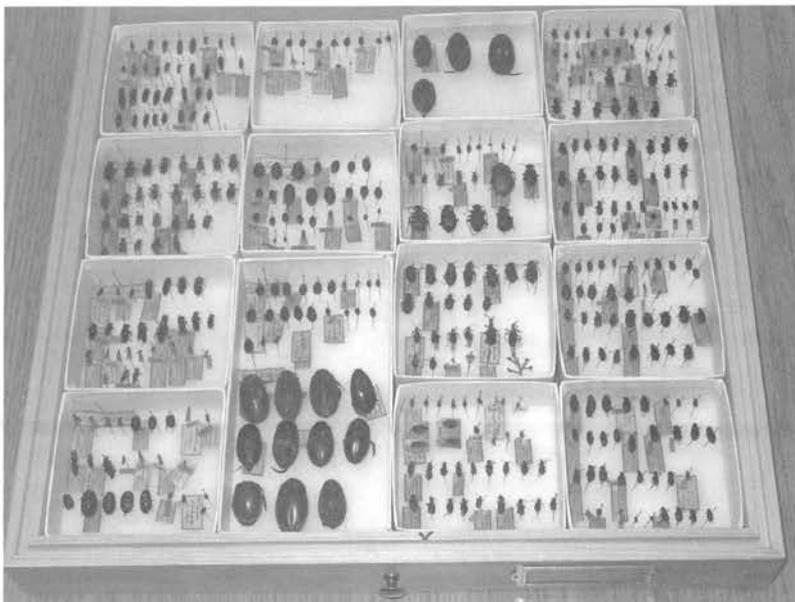
LAPOINTE, E., 1930. Mgr V.-A. Huard. *Semaine religieuse de Québec*, 42: 425-430.

MAHEUX, G., 1930. Feu le Chanoine V.-A. Huard. *Le Naturaliste canadien*, 57: 6-10.

PROVANCHER, L., 1879. Les insectes Hyménoptères. *Le Naturaliste canadien*, 11: 248-266.

PROVANCHER, L., 1889. Supplément aux Additions aux Hyménoptères de la province de Québec. C. Darveau, Québec, p. 346 à 438.

SAVARD, M., 2004. Note sur les collections du Séminaire de Chicoutimi (1880-1912) et sur *Ichneumon saguenayensis* Provancher. (En préparation).



JEAN-MARIE PERDON



JEAN-MARIE PERDON

Figure 10. A: Disposition des spécimens dans des tiroirs modernes. B: Cabinets métalliques logeant la collection Huard dans la salle des collections de l'Université Laval.

Mortalité des tortues sur les routes de l'Outaouais

Jean-François Desroches et Isabelle Picard

Six des huit espèces de tortues d'eau douce du Québec sont en situation précaire. Parmi les dangers qui les menacent, la mortalité sur les routes figure au premier rang des causes soupçonnées d'avoir un impact négatif important sur les populations. En effet, chaque année, plusieurs tortues meurent écrasées sur nos routes.



Tortue serpentine écrasée sur la route 148, à Thurso

Introduction

Les routes constituent une importante cause de mortalité pour les animaux et peuvent compromettre la survie de certaines populations d'espèces rares (Forman et Alexander, 1998). Les tortues sont particulièrement vulnérables à la mortalité sur les routes, car elles se déplacent lentement et les femelles choisissent souvent l'accotement des routes comme site de ponte (Forman *et al.*, 2003 ; Haxton, 2000). Elles se déplacent également entre les habitats et, par le fait même, doivent à l'occasion traverser des routes. Étant donné que les tortues sont des animaux à longévité élevée, à maturité sexuelle tardive et au taux de recrutement bas (Brooks

et al., 1991 ; Heppell *et al.*, 1996 ; Gibbs et Amato, 2000), une hausse du taux de mortalité chez les adultes peut mener au déclin de la population (Congdon *et al.*, 1994 ; Seigel et Dodd, 2000).

Au Québec, c'est dans la région de l'Outaouais que l'on trouve la plus grande diversité et la plus forte abondance de tortues. La période de ponte se situe en juin. Durant cette période, les mâles se déplacent parfois sur terre en quête de nouveaux milieux où trouver des femelles, et ces dernières recherchent des sites de ponte. L'accotement graveleux ou sablonneux des routes semble très prisé par les femelles pour y déposer leurs œufs. Cependant, en s'approchant des routes, elles accroissent les risques d'être heurtées par un véhicule. Malgré que les tortues soient vulnérables à la mortalité routière à tous les stades de leur vie, les femelles adultes en quête de sites de ponte sont plus à risque.

En 2003, nous avons réalisé une étude qui visait à déterminer le nombre de tortues tuées sur les routes de l'Outaouais durant la période de ponte et leurs caractéristiques (espèce, sexe, stade). L'étude visait également à localiser les secteurs problématiques (concentration de tortues tuées ou espèces rares), et à déterminer la relation entre les tortues mortes sur les routes et la proximité d'un habitat aquatique. Aucune donnée à ce sujet n'existait au Québec.

Méthodologie

L'aire d'étude

L'aire d'étude se situe en Outaouais, dans le sud-ouest du Québec (figure 1, dans l'encadré). Elle couvre approximativement 7 500 km² et est bordée au sud par la rivière des Outaouais. Le long de cette rivière se trouvent les Basses-Terres du Saint-Laurent, d'une largeur variant de moins d'un kilomètre à 14 km et bordées au nord par le Bouclier canadien. À l'exception du secteur de Gatineau, zone urbaine qui n'est pas incluse dans l'aire d'étude, la région de l'Outaouais est principalement occupée par l'agriculture et des boisés dans les Basses-Terres du Saint-Laurent, et par la forêt dans le Bouclier canadien. Au total, la forêt occupe presque 90 % du territoire tandis que l'agriculture n'en représente qu'environ 5 %. Les milieux humides sont particulièrement nombreux le long de la rivière des Outaouais. Ailleurs, les rivières, lacs et étangs sont bien distribués et couvrent approximativement 10 % du territoire.

Jean-François Desroches, biologiste spécialisé en herpétologie, est enseignant au département des Techniques d'écologie appliquée du Collège de Sherbrooke. Isabelle Picard est biologiste consultante spécialisée en malacologie et en herpétologie.

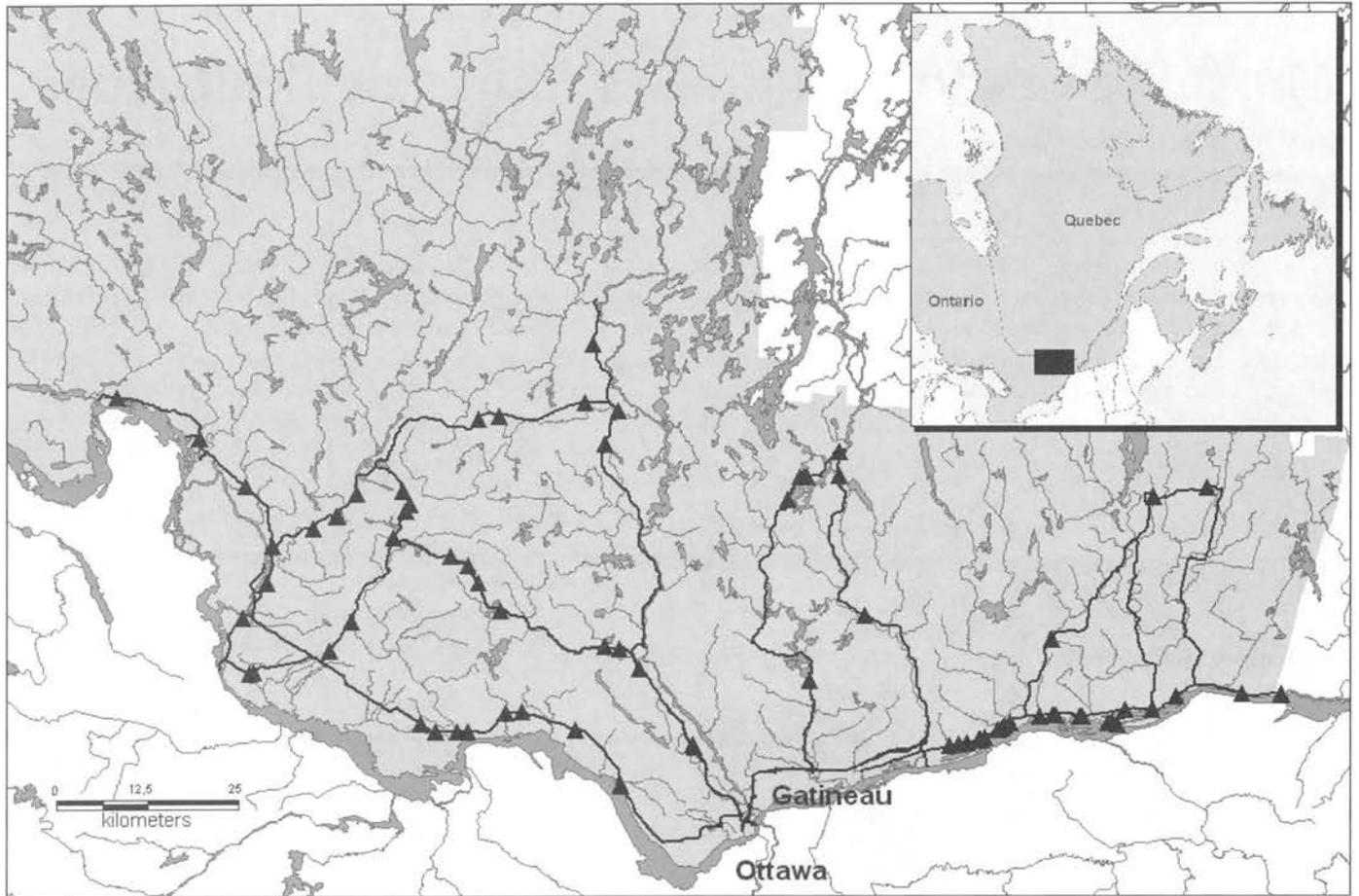


Figure 1. Localisation de l'aire d'étude (dans l'encadré) et des tortues observées sur les routes durant l'inventaire de 2003. Chaque triangle noir représente une ou plusieurs tortues.

La majorité des routes à l'étude sont asphaltées, ont deux voies (une par direction) et affichent une limite de vitesse de 90 km/h. Le trafic journalier moyen estival varie de 460 à 12 600 véhicules.

L'inventaire routier

L'inventaire des tortues sur les routes s'est déroulé durant cinq semaines, soit du 1^{er} juin au 5 juillet 2003. Chaque semaine, de 16 h à 21 h, nous avons parcouru toutes les routes sélectionnées. La distance totale des routes à l'étude est de 625 km. Pour chaque tortue trouvée, nous avons noté l'espèce, la condition (morte ou vivante), le sexe, le stade (adulte ou immature), l'habitat avoisinant et la position GPS du spécimen. Après la prise de données, chaque tortue morte était jetée hors de la route ou de l'accotement pour éviter qu'elle ne soit recomptée lors des visites subséquentes. À trois occasions, nous avons laissé une tortue morte en bordure de la route pour voir si elle y serait toujours lors de la visite suivante. Toutes les fois, le spécimen était encore là (délais de quatre jours [à deux reprises] et dix jours). Contrairement à d'autres animaux écrasés qui, souvent, ne demeurent pas longtemps sur la route parce qu'ils sont dévorés par les charognards ou simplement désintégrés par le passage répétitif des véhicules (Hels et Buchwald, 2001 ; Ashley et

Robinson, 1996 ; Stoner, 1936), les tortues mortes peuvent y être trouvées plusieurs jours après leur décès.

La proximité d'un habitat aquatique

La distance des habitats aquatiques par rapport aux routes a été calculée à partir de cartes topographiques à l'échelle 1/50 000. Des vérifications sur le terrain ont permis de vérifier la fiabilité de ce type de données. Les habitats aquatiques considérés sont ceux qui présentent un potentiel



L'aire d'étude incluait 625 km de routes, qui ont été parcourues chaque semaine.

d'habitat pour les tortues, c'est-à-dire les rivières, les marécages, les lacs et les étangs de plus d'un hectare. La rivière Gatineau, que longe la route 105, n'a pas été considérée comme un habitat potentiel, car ses rives sont rocheuses et escarpées. Il n'existe pas de mentions de tortues dans cette rivière (AARQ, 2003).

Résultats et discussion

Nombre et localisation des tortues

Au total, 88 tortues ont été observées sur les routes à l'étude, desquelles 83 % ($n = 73$) étaient mortes. Le nombre de tortues écrasées sur les routes est donc de 1,17 tortue/10 km. Les observations de tortues sont bien distribuées sur l'aire d'étude avec, cependant, quelques sites de concentration, notamment le long de la rivière des Outaouais à l'est de Gatineau (figure 1), où le nombre atteint 4,38 tortues mortes/10 km. Les semaines 3 et 4 (du 15 au 28 juin) sont celles où le plus grand nombre de tortues ont été vues sur les routes (figure 2) et reflètent le pic de la période de ponte. Dans la cinquième semaine, les observations ont considérablement chuté, indiquant la fin de la période de ponte des tortues.

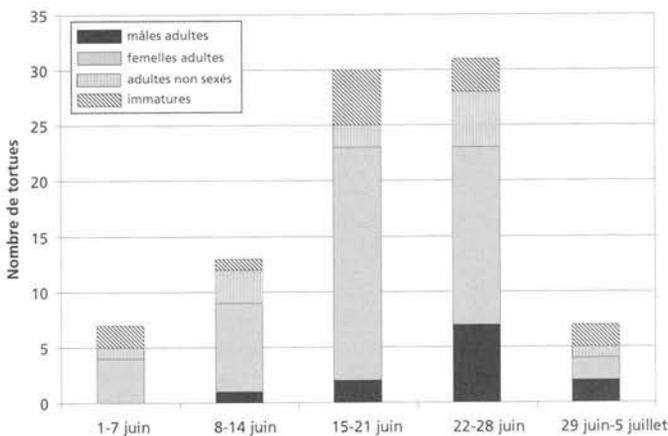


Figure 2. Nombre de tortues (vivantes et mortes) trouvées chaque semaine sur les routes, par stade et par sexe, durant la période de ponte en 2003, en Outaouais.

Le pic d'activité de la ponte des tortues en Outaouais (mi-juin) est comparable à celui qui a été observé chez les tortues serpentine dans le parc Algonquin, en Ontario (Obbard et Brooks, 1981), à une latitude semblable à celle de notre aire d'étude. Le faible nombre de tortues vivantes observées lors de notre inventaire, par rapport aux tortues mortes, est certainement attribuable au fait que les tortues qui traversent la route avec succès, contrairement aux tortues mortes, n'y demeurent pas longtemps et ne sont donc pas recensées. Nous n'avons aucune idée de la taille des populations de tortues sur l'aire d'étude. Il est donc impossible de savoir ce que représente le nombre de tortues trouvées mortes en termes d'impact sur les populations. Le nombre de 1,17 tortue morte/10 km est un nombre minimal. En effet,

des observations indiquent que des tortues meurent sur les routes en dehors de la saison de ponte, mais en quantité moindre (Haxton, 2000 ; J.-F. Desroches, obs. pers.). Ces mortalités ne sont pas incluses dans notre étude. De plus, des tortues mortes ont pu être déplacées de la route avant qu'on puisse les recenser, par exemple des tortues blessées qui se traînent dans les fossés pour mourir ou alors celles que des employés municipaux ou des résidents pourraient avoir enlevées. La mortalité des juvéniles sur les routes, spécialement des jeunes qui éclosent, peut être importante (Ashley et Robinson, 1996) mais n'a pas été examinée dans la présente étude.



En pondant en bordure des routes, les tortues femelles risquent d'être heurtées par un véhicule.

Même si nous n'avons pas d'estimation de la taille des populations de tortues, on devrait considérer chaque mortalité accidentelle comme potentiellement préjudiciable. En effet, au Québec, les tortues se trouvent à la limite nordique de leur aire de répartition. Il en résulte des conditions de survie difficiles compte tenu des fluctuations extrêmes du climat (Cook, 1984) et une maturité sexuelle tardive (Galbraith *et al.*, 1989). Cette maturité tardive exerce une pression sur le taux de survie, chaque année représentant un risque de mortalité. Dans certaines populations de tortues, la principale cause de mortalité chez les adultes est le trafic routier, et des déclinés substantiels sont craints (Doroff et Keith, 1990). Il a été estimé qu'une mortalité de 5 à 10 % des adultes dans des populations de tortues est suffisante pour avoir un effet négatif (Congdon *et al.*, 1994 ; Gibbs et Shriver, 2002). Cela représente trois femelles mortes pour une population de 60 tortues adultes (sexe ratio de 1 : 1 donc 30 mâles et 30 femelles, 10 % de 30 femelles = 3 femelles). Il est vraisemblable de supposer que cette situation puisse s'appliquer à certains sites de l'Outaouais, notamment dans les petits étangs isolés. Le plus haut taux de tortues mortes observées sur l'aire d'étude (4,38 tortues/10 km), même s'il se trouve en bordure de la rivière des Outaouais, où vivent sans doute d'importantes populations de tortues, pourrait leur être préjudiciable.

Caractéristiques des tortues mortes

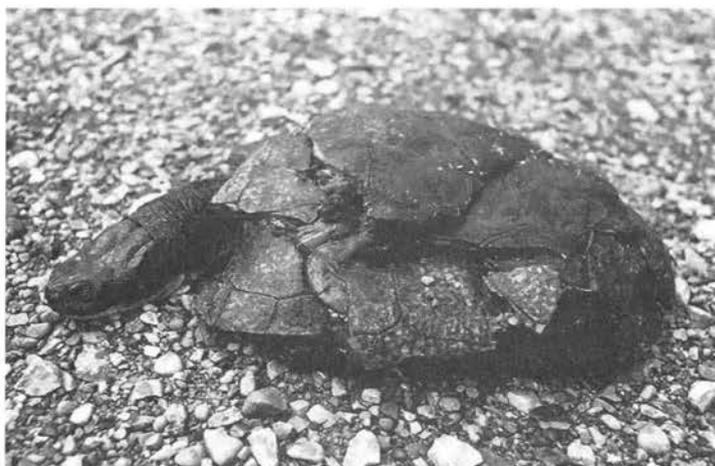
Quatre espèces de tortues ont été recensées sur les routes, durant l'inventaire. Il s'agit de la tortue peinte (*Chrysemys picta*), la tortue serpentine (*Chelydra serpentina*), la tortue des bois (*Glyptemys insculpta*) et la tortue mouchetée (*Emydoidea blandingii*). Parmi les tortues mortes, figurent 45 tortues peintes (61,7 % des tortues mortes), 23 tortues serpentines (31,5 %), trois tortues des bois (4,1 %) et deux tortues mouchetées (2,7 %). Les caractéristiques des tortues trouvées mortes sont présentées au tableau 1.

Les adultes, toutes espèces confondues, représentent 82,2 % ($n = 60$) des tortues tuées sur les routes durant la période de ponte et les individus immatures 17,8 % ($n = 13$). Toutefois, si l'on exclut la tortue serpentine, chez qui 52,2 % ($n = 12$) des spécimens étaient immatures, la proportion d'adultes grimpe à 98 % (49 sur 50). Parmi les adultes sexés ($n = 47$), toutes espèces confondues, 74,5 % ($n = 35$) sont des femelles et 25,5 % ($n = 12$) sont des mâles. Il est à noter que pour 21,7 % ($n = 13$) des tortues adultes mortes, on n'a pu déterminer le sexe à cause de leur mauvais état.

Parmi les quatre espèces de tortues recensées lors de l'inventaire, deux sont susceptibles d'être désignées menacées ou vulnérables au Québec : la tortue des bois et la tortue mouchetée (FAPAQ, 2003). La tortue des bois est également considérée en situation préoccupante au niveau fédéral (COSEPAC, 2003). Dans notre étude, la majorité des tortues trouvées mortes sur les routes sont des adultes, avec une exception notable pour la tortue serpentine. Cela pourrait refléter les habitudes de cette espèce, chez qui des mouvements terrestres importants des juvéniles ont été rapportés (Ernst *et al.*, 1994). Chez les tortues, le risque de prédation diminue avec l'augmentation de la taille corporelle (Burke *et al.*, 2000). Cela explique peut-être pourquoi les jeunes tortues serpentines, qui atteignent une taille supérieure à celle des autres jeunes tortues, sont plus enclines à effectuer des déplacements sur le sol.

Les trois quarts des tortues adultes mortes sur les routes étaient des femelles. Il apparaît peu probable que ce ratio soit représentatif du ratio sexe réel des populations de tortues concernées, qui est théoriquement de 1 : 1. La plus forte proportion de femelles écrasées durant notre étude est sans doute attribuable à leurs fréquents déplacements sur la terre ferme durant la période de ponte. D'autres études ont rapporté des déplacements plus importants chez les

tortues femelles que chez les mâles, autant en milieu terrestre qu'aquatique (Claussen *et al.*, 1997 ; Bodie et Semlitsch, 2000).



Tortue mouchetée tuée en tentant de traverser la route. Cette espèce rare est en situation précaire au Québec.

Relation entre les tortues écrasées et la proximité des habitats aquatiques

L'environnement en bordure des routes est un facteur qui influe sur le nombre d'animaux heurtés par les véhicules (Ashley et Robinson, 1996 ; Dickerson, 1939 ; Scott, 1938). Les routes situées à proximité des milieux humides et des habitats aquatiques connaissent souvent un taux de mortalité plus élevé (Ashley et Robinson, 1996). Durant notre étude en Outaouais, toutes les espèces de tortues trouvées sont aquatiques et hibernent au fond des habitats aquatiques permanents (Ernst *et al.*, 1994 ; Brown et Brooks, 1994 ; Kaufmann, 1992 ; Meeks, 1990 ; Taylor et Nol, 1989). Elles peuvent se déplacer sur la terre ferme à la recherche d'un partenaire, d'un site de ponte ou d'un nouvel habitat, mais sauf pour la tortue des bois, elles passent la majeure partie de leur vie active dans l'eau. Nous considérons donc que les tortues observées sur les routes durant l'inventaire de 2003 provenaient probablement des habitats aquatiques environnants.

La distance moyenne entre les tortues sur les routes et les habitats aquatiques les plus près est de $108 \text{ m} \pm 90 \text{ m}$, toutes espèces confondues et incluant les tortues mortes et les tortues vivantes ($n = 85$) (figure 3). Les distances enregistrées varient de 5 à 330 m.

Tableau 1. Caractéristiques des tortues tuées sur les routes à l'étude en 2003, en Outaouais

Espèce	N mâles	N femelles	N adultes non sexés	N total adultes	N immatures	N total de tortues
Tortue peinte	10	28	7	45	0	45
T. serpentine	2	5	4	11	12	23
T. des bois	0	1	1	2	1	3
T. mouchetée	0	1	1	2	0	2
Total	12	35	13	60	13	73

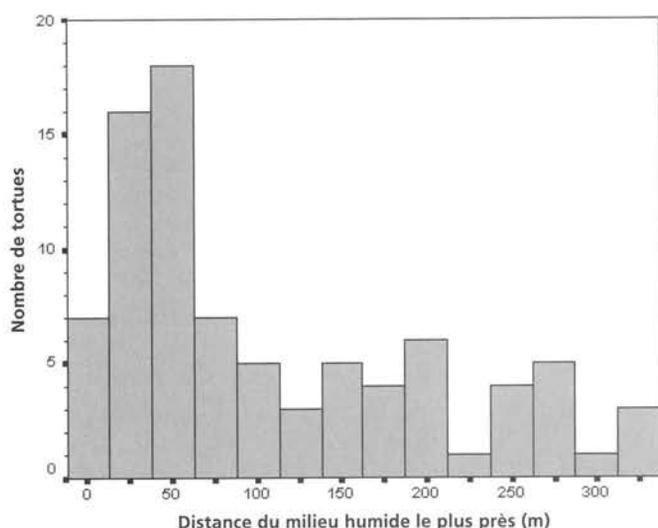


Figure 3. Nombre de tortues (vivantes ou mortes), observées sur les routes lors de l'inventaire, selon la distance de l'habitat aquatique le plus près

La tortue serpentine est l'espèce pour laquelle la distance moyenne par rapport aux habitats aquatiques est la plus élevée : $121 \text{ m} \pm 109 \text{ m}$ ($n = 30$). La tortue peinte a été trouvée à une distance moyenne de $107 \text{ m} \pm 85 \text{ m}$ ($n = 50$), mais trois individus ont été exclus du calcul, car aucun habitat aquatique n'a pu être recensé à proximité selon les cartes topographiques. Il est possible que ces tortues aient parcouru jusqu'à 1,1 km. Les tortues serpentes et peintes sont connues pour parcourir de longues distances hors de l'eau (Ernst *et al.*, 1994 ; Obbard et Brooks, 1980). Les spécimens de tortues des bois ($n = 3$), quant à eux, ont été trouvés à 35 m et moins d'un habitat aquatique, une rivière dans tous les cas. Chez cette espèce, les déplacements se font surtout le long des cours d'eau (Ernst *et al.*, 1994). Dans une étude effectuée au Québec, toutes les tortues des bois sont demeurées à moins de 300 m des cours d'eau (Arvisais *et al.*, 2002). Dans une autre étude, effectuée en juin en Ontario, 73 % de toutes les observations de tortues des bois ont été faites à moins de 30 m de l'eau courante (Quinn et Tate, 1991). Finalement, les deux

spécimens de tortue mouchetée se trouvaient à une distance maximale de 75 m d'un habitat aquatique.

Nos résultats montrent qu'à plus de 300 m d'un habitat aquatique, presque aucune tortue n'est tuée sur la route. Cela concorde avec les zones tampons de 275 m (Burke et Gibbons, 1995) et 287 m (Semlitsch et Bodie, 2003) autour des milieux humides, proposées pour la protection des tortues. Bodie et Semlitsch (2000) ont estimé qu'une zone riveraine de 449 m engloberait 95 % des déplacements des deux espèces de tortues de leur étude, *Graptemys pseudogeographica* et *Trachemys scripta* (non présentes au Québec). Plusieurs études considèrent les déplacements totaux des tortues, parfois même ceux qui sont effectués dans l'eau, et obtiennent ainsi des distances plus grandes. Nous avons calculé la distance en ligne droite des habitats aquatiques par rapport aux routes ; en réalité les tortues se déplacent sans doute sur une trajectoire plus sinueuse et parcourent ainsi une distance réelle plus grande.

Relation entre les tortues écrasées et le trafic routier

Les reptiles sont particulièrement touchés par la mortalité routière (Forman et Alexander, 1998). Il est toutefois important de considérer plusieurs facteurs comme la vitesse des espèces, la période des déplacements et les particularités du trafic routier (Hels et Buchwald, 2001). Bien que des données relatives au nombre de véhicules par jour soient disponibles au ministère des Transports du Québec pour les routes étudiées, elles n'ont pas été analysées dans la présente étude à cause du nombre restreint de tortues mortes par route. Des relevés effectués sur plus d'une année permettraient cette analyse. Néanmoins, nous croyons qu'il est pertinent de rapporter certaines observations faites lors de l'étude de 2003 en ce qui concerne les interactions entre les véhicules et les tortues.

Tout d'abord, durant nos relevés sur les routes, la plupart des tortues se déplaçaient sur la route à la tombée du jour, alors que le trafic routier est généralement moins important. De plus, dans la plupart des cas, les véhicules sont distants les uns des autres, et selon nos observations, les conducteurs évitent de frapper les tortues. À quatre occasions, il nous a été possible d'observer une tortue traverser une route. Dans trois des cas, les conducteurs semblent avoir volontairement évité les tortues. Le seul cas observé de tortue se faisant heurter par un véhicule fut dans le secteur où le trafic routier est le plus important (12 600 véhicules/jour). Une tortue a été frappée par la cinquième automobile d'une série de sept, qui se suivaient de près et à haute vitesse (environ 90 km/h). Il est presque certain que le conducteur n'avait pas vu la tortue.

Nous devons aussi considérer le fait que certains animaux éviteront de traverser une route lorsque le trafic y est important. Sur l'accotement d'une route, nous avons pu observer une tortue serpentine qui, après quelques instants de quasi-immobilité face au passage des véhicules, est



Cet étang, qui abrite des tortues peintes et des tortues mouchetées, est situé à quelques mètres de la route 148 et chaque année des tortues s'y font écraser.

retournée dans la rivière d'où elle arrivait. Toutefois, selon nos observations, les tortues sont le plus souvent inconscientes du danger que représentent les routes et s'y aventurent sans méfiance.

Le type de véhicule a peut-être une incidence sur le taux de tortues tuées sur les routes. Par exemple, il serait logique de croire que les poids lourds puissent avoir un impact sur l'incidence de tortues écrasées. Tout d'abord, il se peut que les conducteurs ne soient pas capables de reconnaître les tortues sur la route, surtout celles de petite taille, à cause de la hauteur à laquelle ils se trouvent. Deuxièmement, il est évident que dans plusieurs cas, le conducteur fera le choix de passer sur une tortue plutôt que de mettre en jeu sa sécurité et celles des autres usagers de la route. Les routes à l'étude n'ont en général que deux voies – une par direction – et la vitesse permise est le plus souvent de 90 km/h. Nous avons également entendu des histoires au sujet de conducteurs qui écrasent des tortues volontairement, pour le plaisir ou parce qu'elles se nourrissent, selon eux, de poissons de pêche...



Malgré sa taille, cette tortue serpentine n'a pu survivre à l'impact d'une collision avec un véhicule.

Conclusion

Cette étude, bien que préliminaire, démontre que plusieurs tortues meurent sur les routes de l'Outaouais lors de la période de ponte. L'impact réel de ce phénomène sur les populations de tortues est inconnu, mais pourrait dans certains cas être important. Les populations de tortues sont en effet très sensibles à un accroissement de la mortalité des adultes. La mortalité routière s'ajoute à la mortalité naturelle (prédation, maladies, mortalité lors de l'hibernation). Les tortues ne sont pas des animaux à reproduction et recrutement densité-dépendante, c'est-à-dire qu'un accroissement de mortalité des adultes n'est pas compensé par une hausse de survie des jeunes, une baisse de l'âge à maturité ou une hausse de fécondité (Brooks *et al.*, 1991). Le fait que la majorité des tortues trouvées mortes sur nos routes soient des adultes, et surtout des femelles, laisse entrevoir un impact plus important. De plus, deux des quatre espèces recensées sont en situation précaire au Québec.

Sous nos latitudes, les tortues sont à la limite nordique de leur répartition. Elles sont ainsi plus susceptibles de subir des déclinés quand une hausse de mortalité survient chez les femelles adultes (Galbraith et Brooks, 1987). Le réseau routier se développe continuellement en Outaouais, comme dans plusieurs autres régions. Le débit journalier moyen annuel y augmente d'environ 5 % par année, et atteint 9,5 % sur certaines routes, et ce, depuis 15 ans (Ministère des Transports du Québec, 1996). Cela pourrait mener à une augmentation de la mortalité des tortues sur les routes, et au déclin de plusieurs populations.

Cette étude constitue une première étape dans la compréhension de la problématique de l'impact des routes sur nos populations de tortues. En 2004, le ministère des Transports du Québec et la Société d'histoire naturelle de la vallée du Saint-Laurent ont réalisé une étude plus élaborée afin d'évaluer cet impact. Des données ont été prises sur les tortues mortes sur les routes, comme en 2003, et une analyse avec le débit de trafic routier a été réalisée. Une évaluation



Bien que commune, la tortue peinte pourrait connaître des déclinés locaux si trop d'adultes meurent sur les routes.

de la taille de certaines populations de tortues, à l'aide de la technique de capture-marquage-recapture de même que de la génétique, nous permettra d'avoir une idée de la taille effective des populations. De plus, un suivi de plusieurs sites de ponte situés en bordure de routes et en milieu naturel a été effectué afin de comparer le taux de prédation sur les œufs et le succès d'éclosion. Toutes ces données permettront d'évaluer avec plus de précision l'impact réel des routes sur nos populations de tortues.

Remerciements

Nous remercions toutes les personnes qui ont commenté la version préliminaire de cet article : Walter Bertacchi, Benoît Couture, Richard Laparé, Daniel Pouliot et David Rodrigue. Nous remercions également Mario Darsigny, qui a réalisé la carte de localisation de l'aire d'étude et des tortues sur les routes. Ce projet et celui de 2004 sont rendus possibles grâce à la contribution financière du ministère des Transports du Québec (MTQ) et de la collaboration de Richard Laparé, biologiste au MTQ. Finalement, nos remerciements

s'adressent à David Rodrigue, coordonnateur de l'Atlas des amphibiens et des reptiles du Québec, pour sa collaboration au projet. ◀

Références

- AARQ, 2003. Atlas des amphibiens et des reptiles du Québec, Banque informatique. Société d'histoire naturelle de la vallée du Saint-Laurent. David Rodrigue, coordonnateur.
- ARVISAIS, M., J.-C. BOURGEOIS, E. LÉVESQUE, C. DAIGLE, D. MASSE and J. JUTRAS, 2002. Home range and movements of a Wood Turtle (*Clemmys insculpta*) population at the northern limit of its range. *Canadian Journal of Zoology*, 80: 402-408.
- ASHLEY, E.P. and J. T. ROBINSON, 1996. Road mortality of amphibians, reptiles and other wildlife on the Long Point Causeway, Lake Erie, Ontario. *Canadian Field-Naturalist*, 110: 403-412.
- BODIE, J.R. and R.D. SEMLITSCH, 2000. Spatial and temporal use of floodplain habitats by lentic and lotic species of aquatic turtles. *Oecologia*, 122: 138-146.
- BROOKS, R.J., G.P. BROWN and D.A. GALBRAITH, 1991. Effects of a sudden increase in natural mortality of adults on a population of the Common Snapping Turtle (*Chelydra serpentina*). *Canadian Journal of Zoology*, 69: 1314-1320.
- BROWN, G.P. and R.J. BROOKS, 1994. Characteristics of and fidelity to hibernacula in a northern population of snapping turtles, *Chelydra serpentina*. *Copeia*, 1994: 222-226.
- BURKE, V.J. and J.W. GIBBONS, 1995. Terrestrial buffer zones and wetland conservation: A case study of freshwater turtles in a Carolina bay. *Conservation Biology*, 9: 1365-1369.
- BURKE, V.J., J.E. LOVICH and J.W. GIBBONS, 2000. Conservation of freshwater turtles. In: Klemens, M. W. (editor). *Turtle Conservation*, chapitre 6, p. 162-179. Smithsonian Institution Press, Washington and London, USA.
- CLAUSSEN, D.L., M.S. FINKLER and M.M. SMITH, 1997. Thread trailing of turtles: methods for evaluating spatial movements and pathway structure. *Canadian Journal of Zoology*, 75: 2120-2128.
- CONGDON, J.D., A.E. DUNHAM and R.C. VAN LOBEN SELS, 1994. Demographics of Common Snapping Turtles (*Chelydra serpentina*): implications for conservation and management of long-lived organisms. *American Zoologist*, 34: 397-408.
- COOK, F.R., 1984. Introduction aux amphibiens et reptiles du Canada. Musée national des sciences naturelles, musées nationaux du Canada. 211 p.
- COSEPAC, 2003. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada. <http://www.cosepac.gc.ca>
- DICKERSON, L.M., 1939. The problem of wildlife destruction by automobile traffic. *Journal of Wildlife Management*, 3: 104-116.
- DOROFF, A.M. and L.B. KEITH, 1990. Demography and ecology of an Ornate Box Turtle (*Terrapene carolina*) population in south-central Wisconsin. *Copeia*, 1990: 387-399.
- ERNST, C.H., J.E. LOVICH and R.W. BARBOUR, 1994. *Turtles of the United States and Canada*. Smithsonian Institution Press. Washington and London, USA. 578 p.
- FAPAQ, 2003. Société de la faune et des parcs du Québec. <http://www.fapaq.gouv.qc.ca>
- FORMAN, R.T.T. and L.E. ALEXANDER, 1998. Roads and their major ecological effects. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 29: 207-231.
- FORMAN, R.T.T., D. SPERLING, J.A. BISSONETTE, A.P. CLEVINGER, C.D. CUTSHALL, V.H. DALE, L. FAHRIG, R. FRANCE, C.R. GOLDMAN, K. HEANUE, J.A. JONES, F.J. SWANSON, T. TURRENTINE and T.C. WINTER, 2003. *Road Ecology: Science and Solutions*. Island Press. Washington, Covelo, London. U.S.A. 481 p.
- GALBRAITH, D.A. and R.J. BROOKS, 1987. Survivorship of adult females in a northern population of common Snapping Turtles, *Chelydra serpentina*. *Canadian Journal of Zoology*, 65: 1581-1586.
- GALBRAITH, D.A., R.J. BROOKS and M.E. OBBARD, 1989. The influence of growth rate on age and body size at maturity in female Snapping Turtles (*Chelydra serpentina*). *Copeia*, 1989: 896-904.
- GIBBS, J.P. and G.D. AMATO, 2000. Genetics and conservation in turtle conservation. In: Klemens, M. W. (éditeur). *Turtle Conservation*, chapitre 8, pages 207-217. Smithsonian Institution Press, Washington and London, USA.
- GIBBS, J.P. and W.G. SHRIVER, 2002. Estimating the effects of road mortality on turtle populations. *Conservation Biology*, 16: 1647-1652.
- HAXTON, T., 2000. Road mortality of Snapping Turtles, *Chelydra serpentina*, in Central Ontario during their nesting period. *Canadian Field-Naturalist*, 114: 106-110.
- HELMS, T. and E. BUCHWALD, 2001. The effect of road kills on amphibian populations. *Biological Conservation*, 99: 331-340.
- HEPPELL, S.S., L.B. CROWDER and D.T. CROUSE, 1996. Models to evaluate headstarting as a management tool for Long-Lived Turtles. *Ecological Applications*, 6: 556-565.
- KAUFMANN, J. H., 1992. Habitat use by wood turtles in Central Pennsylvania. *Journal of Herpetology*, 26: 315-321.
- MEEKS, R. L., 1990. Overwintering behavior of Snapping Turtles. *Copeia*, 1990: 880-884.
- MINISTÈRE DES TRANSPORTS DU QUÉBEC, 1996. Plan de transport 1996-2011. Service du plan et des programmes de la Direction de l'Ouest et Direction de l'Outaouais, ministère des Transports du Québec. Québec. 140 p.
- OBBARD, M.E. and R.J. BROOKS, 1980. Nesting migrations of the Snapping Turtle (*Chelydra serpentina*). *Herpetologica*, 36: 158-162.
- OBBARD, M.E. and R.J. BROOKS, 1981. A radio-telemetry and mark-recapture study of activity in the common snapping turtle, *Chelydra serpentina*. *Copeia*, 1981: 630-637.
- QUINN, N.W.S. and D.P. TATE, 1991. Seasonal movements and habitat of Wood Turtles (*Clemmys insculpta*) in Algonquin Park, Canada. *Journal of Herpetology*, 25: 217-220.
- SCOTT, T.G., 1938. Wildlife mortality on Iowa highways. *The American Midland Naturalist*, 20: 527-539.
- SEIGEL, R.A. and C.K. DODD Jr., 2000. Manipulation of turtle populations for conservation. In: Klemens, M. W. (éditeur). *Turtle Conservation*, chapitre 9, p. 218-238. Smithsonian Institution Press, Washington and London, USA.
- SEMLITSCH, R.D. and J.R. BODIE, 2003. Biological criteria for buffer zones around wetlands and riparian habitats for amphibians and reptiles. *Conservation Biology*, 17: 1219-1228.
- STONER, D., 1936. Wildlife casualties on the highways. *The Wilson Bulletin*, 48: 276-283.
- TAYLOR, G.M. and E. NOL, 1989. Movements and hibernation sites of overwintering Painted Turtles in Southern Ontario. *Canadian Journal of Zoology*, 67: 1877-1881.

Les amphibiens et les reptiles des collines montérégiennes : enjeux et conservation

Martin Ouellet, Patrick Galois, Roxane Pétel et Christian Fortin

Ces montagnes étrangères à leur environnement, étrangères aux montagnes elles-mêmes.
Jean O'Neil, 1999

Introduction

En raison de leur situation géographique, de leur superficie et de la diversité des habitats qu'elles présentent, les collines montérégiennes constituent des havres uniques de biodiversité dans le sud-ouest du Québec. Ces collines possèdent d'ailleurs une faune herpétologique très diversifiée et servent de « refuges » à de nombreuses espèces d'intérêt. Ce sont cinq des six espèces d'amphibiens désignées ou susceptibles d'être désignées « menacées » ou « vulnérables » au Québec qui se trouvent sur ces collines. Or, comment se fait-il que certaines populations de grenouilles et de salamandres soient disparues de ces oasis dans les dernières décennies ? Il semble bien que l'isolement croissant et l'assèchement des milieux humides constituent des menaces sérieuses à l'intégrité écologique de ces écosystèmes. La protection de zones tampons et de corridors de conservation pourrait peut-être aider à renverser la vapeur.

Les collines montérégiennes

Les collines montérégiennes regroupent dix massifs formés de roches ignées intrusives qui se sont mis en place il y a environ 125 millions d'années, au cours du Crétacé. Elles se répartissent sur plus de 200 km, des collines d'Oka dans les Basses-Laurentides au mont Mégantic dans les Appalaches (figure 1). Géologiquement, ce sont des reliefs d'érosion et non des reliefs construits comme dans le cas des volcans. Ces roches ignées intrusives sont issues de magmas qui n'ont jamais atteint la surface et qui se sont refroidis lentement dans des fractures ouvertes au sein de roches beaucoup plus vieilles, principalement sédimentaires (Landry, 1999). Par la suite, une longue période d'érosion a fait son œuvre en enlevant la couverture de roches sédimentaires, mettant au jour les roches intrusives plus résistantes et donnant ainsi naissance au chapelet des collines montérégiennes que nous connaissons aujourd'hui.

Nul doute que la colline la plus connue et la plus longtemps courtisée fut le mont Royal qui s'élève à 233 m d'altitude en plein cœur du centre-ville de Montréal. Il y a 6 000 ans, certaines pierres du mont Royal étaient déjà utilisées par les Amérindiens pour la fabrication d'outils tran-

chants (Richard et Bédard, 1999). Lors de la visite de Jacques Cartier sur le mont Royal en 1535, plus de 1 500 Iroquoiens habitaient le village d'Hochelaga situé à sa base. De nos jours, cet îlot dans l'île est fréquenté annuellement par plus de trois millions de personnes (Centre de la Montagne, 1999), ce qui n'est pas sans conséquence.

La plaine montérégienne au sud de Montréal est quant à elle dominée par cinq autres collines : les monts Saint-Bruno, Saint-Hilaire, Saint-Grégoire, Rougemont et Yamaska. Ces « refuges verts » évoluent dans un paysage dominé par l'agriculture intensive et l'urbanisation croissante. Les monts Brome et Shefford suivent ensuite, dans les Cantons-de-l'Est, dans un décor beaucoup plus naturel. La plus orientale et la plus haute des collines, le mont Mégantic, complète enfin le tableau avec ses 1 105 m d'altitude et son célèbre observatoire astronomique de recherche. Malgré leurs différences, toutes les Montérégiennes possèdent encore un très riche patrimoine faunique et floristique en ce début de XXI^e siècle. Mais pour combien de temps encore ?



Le mont Mégantic, une colline encore sauvage !



Une colline mal apprivoisée : le mont Royal

Martin Ouellet est médecin vétérinaire, herpétologiste et chercheur consultant en environnement. Patrick Galois est biologiste et chercheur consultant spécialisé en herpétologie. Roxane Pétel est technicienne en écologie et étudiante en biologie. Christian Fortin est biologiste spécialisé en écologie animale chez FORAMEC.

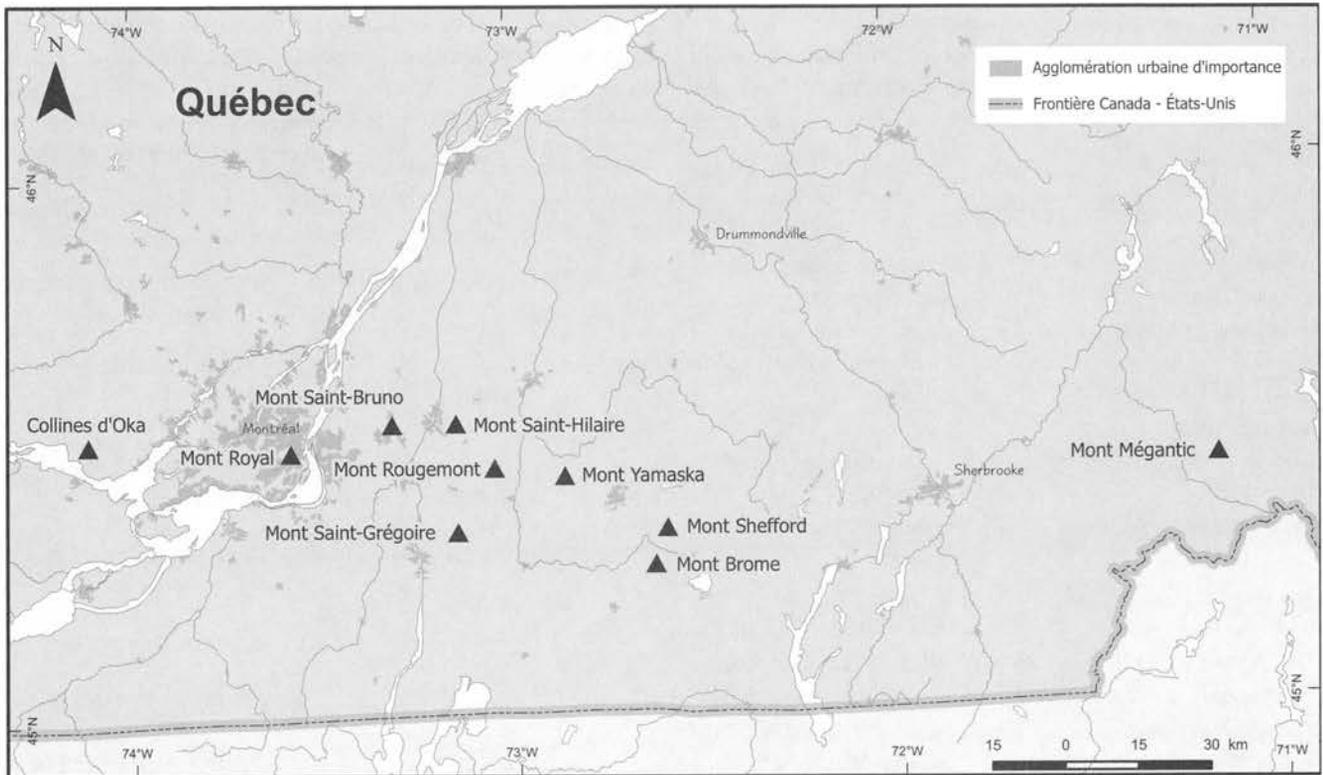


Figure 1. Localisation des dix collines montérégiennes

Projet d'herpétologie comparée

Ce projet a commencé modestement en 1997, au mont Saint-Hilaire, et s'est étendu depuis à l'ensemble des collines montérégiennes. L'objectif initial était d'établir la liste des amphibiens et des reptiles se trouvant sur cette colline et d'acquies de l'information de base sur la santé de ses populations (abondance, prévalences de maladies et taux de malformations). Par la suite, nous avons commencé à comparer la richesse spécifique de l'herpétofaune entre les différentes Montérégiennes et avec les mentions historiques par le biais de spécimens de musée, d'articles scientifiques et de banques de données fiables. Nous voulons maintenant comprendre et tenter d'expliquer les causes du déclin de certaines populations et identifier les menaces qui pèsent actuellement sur l'ensemble des espèces présentes. Nous sommes à produire, avec différents intervenants et groupes locaux de conservation, des cartes de la répartition actuelle des amphibiens et des reptiles afin de mieux planifier des activités concertées de conservation et d'éducation (Bastien *et al.*, 2002; Ouellet et Galois, 2003a, 2003b, 2004; Fortin *et al.*, 2005). Des inventaires herpétologiques ont été effectués jusqu'à maintenant dans sept des dix collines montérégiennes. En 2005, nous allons poursuivre nos différents travaux en plus d'entreprendre de nouvelles recherches dans les collines d'Oka et dans les monts Brome et Shefford.

Méthodologie

Les amphibiens et les reptiles sont principalement inventoriés par des recherches actives et standardisées sur le

terrain. Avec toutes les autorisations et les permis requis, ces inventaires sont effectués durant la journée et parfois jusqu'à très tard dans la nuit, entre les mois de mars et octobre. L'écoute des chants de reproduction des anoures, la mise en place d'abris artificiels (bardeaux d'asphalte), l'utilisation de seines modifiées et l'installation de clôtures de déviation avec des pièges-fosses sont autant de techniques qui viennent compléter notre arsenal d'échantillonnage. Chaque animal capturé est examiné, mesuré et quelquefois photographié avant d'être relâché sur place. Toutes nos observations sont géoréférencées et compilées sur des fiches standardisées. Des précautions sont prises afin d'éviter le transport d'agents infectieux entre chaque colline (Carey *et al.*, 2003) et tous les objets déplacés lors de nos fouilles sont systématiquement remplacés afin de ne pas modifier les microhabitats (Goode *et al.*, 2004).

Résultats généraux

Du point de vue de l'herpétologie, nos travaux révèlent jusqu'à maintenant que sept des dix collines montérégiennes abritent dix des onze espèces de grenouilles du Québec, huit des dix espèces de salamandres, quatre des huit espèces de couleuvres et trois des huit espèces de tortues d'eau douce (tableau 1). Cela représente donc 25/37 (68 %) des espèces herpétofauniques qui sont présentes en territoire québécois, en excluant la tortue luth (*Dermochelys coriacea*) qui fréquente les eaux salées du golfe du Saint-Laurent. Parmi ces espèces, trois sont désignées « préoccupantes » par le Comité sur la situation des espèces en péril au Canada. Au Québec,

Tableau 1. Liste préliminaire des espèces d'amphibiens et de reptiles trouvées sur sept des dix collines montérégiennes avec statut au niveau fédéral et provincial. Les sept collines inventoriées sont les monts Royal, Saint-Bruno, Saint-Hilaire, Saint-Grégoire, Rougemont, Yamaska et Mégantic.

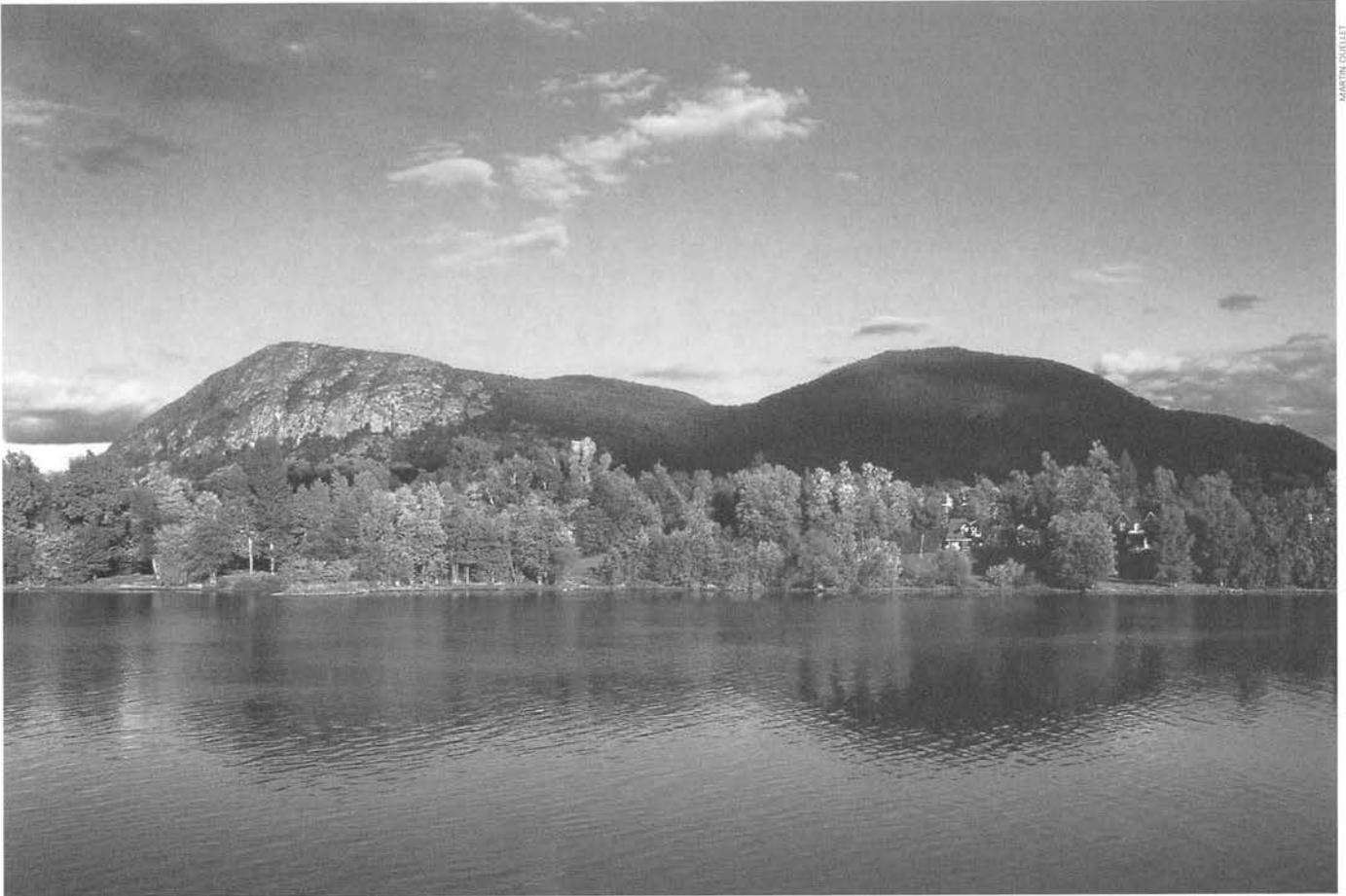
Espèces ^a		COSEPAC 2004	Gouvernement du Québec 2004
Nom scientifique	Nom français		
ANOURES			
<i>Bufo americanus</i>	Crapaud d'Amérique	—	—
<i>Hyla versicolor</i>	Rainette versicolore	—	—
<i>Pseudacris crucifer</i>	Rainette crucifère	—	—
<i>Pseudacris triseriata</i>	Rainette faux-grillon de l'Ouest	—	Vulnérable
<i>Rana catesbeiana</i>	Ouaouaron	—	—
<i>Rana clamitans</i>	Grenouille verte	—	—
<i>Rana palustris</i>	Grenouille des marais	—	Susceptible d'être désignée
<i>Rana pipiens</i>	Grenouille léopard	—	—
<i>Rana septentrionalis</i>	Grenouille du Nord	—	—
<i>Rana sylvatica</i>	Grenouille des bois	—	—
URODÈLES			
<i>Ambystoma laterale</i> ^b	Salamandre à points bleus	—	—
<i>Ambystoma maculatum</i>	Salamandre maculée	—	—
<i>Desmognathus fuscus</i>	Salamandre sombre du Nord	—	Susceptible d'être désignée
<i>Eurycea bislineata</i>	Salamandre à deux lignes	—	—
<i>Gyrinophilus porphyriticus</i>	Salamandre pourpre	Préoccupante	Susceptible d'être désignée
<i>Hemidactylium scutatum</i>	Salamandre à quatre orteils	—	Susceptible d'être désignée
<i>Notophthalmus viridescens</i>	Triton vert	—	—
<i>Plethodon cinereus</i>	Salamandre cendrée	—	—
SQUAMATES			
<i>Diadophis punctatus</i> ^c	Couleuvre à collier	—	—
<i>Lampropeltis triangulum</i>	Couleuvre tachetée	Préoccupante	Susceptible d'être désignée
<i>Storeria occipitomaculata</i>	Couleuvre à ventre rouge	—	—
<i>Thamnophis sirtalis</i>	Couleuvre rayée	—	—
TESTUDINES			
<i>Chelydra serpentina</i>	Tortue serpentine	—	—
<i>Chrysemys picta</i>	Tortue peinte	—	—
<i>Graptemys geographica</i>	Tortue géographique	Préoccupante	Susceptible d'être désignée
<i>Trachemys scripta elegans</i> ^d	Tortue à oreilles rouges	—	—

a. D'après plusieurs inventaires effectués par les auteurs entre 1997 et 2004.
 b. Inclut des populations de salamandres hybrides du complexe *Ambystoma laterale* – *jeffersonianum* (Bogart, 2003).
 c. Espèce prioritaire au Québec, selon Bonin *et al.* (1997a).
 d. Espèce exotique introduite.

la rainette faux-grillon de l'Ouest (*Pseudacris triseriata*) est désignée « vulnérable » et six autres espèces figurent également sur la liste des « espèces susceptibles d'être désignées menacées ou vulnérables ». À la suite de nos inventaires, plusieurs tendances lourdes ont déjà commencé à se dessiner : d'une part, ces collines sont très riches sur le plan herpétofaunique et servent de « refuges » pour de nombreuses espèces d'intérêt et, d'autre part, la disparition de certaines espèces se confirme localement. Le faible nombre d'espèces observées ailleurs dans la plaine montérégienne est plus qu'alarmant en raison de la perte d'habitats dans plusieurs secteurs.

Le cas de la réserve de la biosphère du mont Saint-Hilaire

L'herpétofaune de la réserve de la biosphère du mont Saint-Hilaire a été étudiée intensivement pendant plusieurs années. Entre 1997 et 2002, nous avons capturé, examiné, mesuré puis relâché 21 958 amphibiens et 171 reptiles. Plusieurs autres observations herpétologiques ont été compilées (chants de reproduction, masses d'œufs, nids de tortues, sites d'hibernation, exuvies de couleuvres, mortalités routières). Ces résultats ont été comparés avec ceux qui proviennent de données historiques et d'articles scientifiques (Lapper, 1961; Denman et Lapper, 1964; Pendlebury, 1973; Weller,



MARTIN OUELLET

La réserve de la biosphère du mont Saint-Hilaire

1977). Bien que la présence d'espèces ait échappé à nos prédecesseurs, nos travaux ont révélé que le mont Saint-Hilaire a perdu, en 40 ans, un total de quatre espèces d'amphibiens sur les 16 recensées au début des années 1960 (Ouellet *et al.*, en révision). Ces espèces sont la rainette faux-grillon de l'Ouest, la salamandre sombre du Nord (*Desmognathus fuscus*), la salamandre à deux lignes (*Eurycea bislineata*) et la grenouille du Nord (*Rana septentrionalis*). De plus, deux autres espèces d'amphibiens – la salamandre à quatre orteils (*Hemidactylium scutatum*) et la grenouille léopard (*Rana pipiens*) – demeurent dans une situation très précaire en périphérie du mont Saint-Hilaire et pourraient disparaître à leur tour d'ici quelques années. Ces deux espèces évoluent en effet à l'extérieur des limites de la Réserve naturelle Gault de l'Université McGill, dans des secteurs de plus en plus perturbés. Par ailleurs, aucune disparition d'espèces de reptiles n'a été constatée localement à la suite de notre analyse des données historiques disponibles.

Un constat très inquiétant

Un déclin mondial des populations d'amphibiens et de reptiles a été observé depuis quelques décennies, sur différents continents, incluant même plusieurs aires protégées (Gibbons *et al.*, 2000; Houlahan *et al.*, 2000; Alford *et al.*, 2001; Galois et Ouellet, 2002). À l'échelle canadienne,

cette perte de biodiversité s'observe également dans les parcs nationaux de superficies restreintes (Rivard *et al.*, 2000). Les causes reconnues ou proposées pour expliquer ces déclin de l'herpétofaune sont multiples et incluent la destruction des habitats, l'exploitation commerciale, la collecte illégale, l'introduction d'espèces exotiques, les changements climatiques, les précipitations acides, l'augmentation des rayons B ultraviolets, les polluants environnementaux, les malformations et les maladies infectieuses. La présence de certains de ces facteurs chez les amphibiens a fait l'objet d'une couverture médiatique sans précédent (Souder, 2002). Par ailleurs, les amphibiens sont considérés comme d'excellents indicateurs de la biodiversité, de l'intégrité des écosystèmes et de la qualité de l'environnement (Bonin *et al.*, 1997b; Ouellet *et al.*, 1997; Welsh et Droegge, 2001). Beaucoup d'espèces ont, en effet, un cycle de vie aquatique et terrestre et un développement aquatique exposant leurs œufs et leurs larves aux influences extérieures du milieu.

Le constat est similaire dans le sud du Québec. La disparition de plusieurs espèces d'amphibiens sur le mont Saint-Hilaire met en évidence toute la vulnérabilité de ces Montérégiennes, chaque jour plus isolées par la perte et la fragmentation des habitats environnants. Les causes exactes de ces disparitions demeurent spéculatives. Nous savons que la recolonisation naturelle du mont Saint-Hilaire est



La grenouille des marais est une espèce isolée sur le mont Saint-Hilaire.



La couleuvre à collier subsiste toujours sur le mont Royal.

peu probable étant donné son isolement important et la perte d'habitats sur ses flancs. Par ailleurs, l'agriculture industrielle, telle la production porcine et son association à la monoculture du maïs, constitue actuellement l'une des plus importantes menaces à la préservation de la biodiversité pour toute la plaine montréalaise, par ses impacts directs et indirects sur les habitats fauniques (Société de la faune et des parcs du Québec, 2002). Bien que beaucoup moins surprenant, nous observons une situation encore plus dramatique sur le mont Royal, où il ne subsiste qu'un seul milieu humide naturel. Cet habitat totalement isolé supporte *in extremis* l'une des deux espèces d'amphibiens toujours présentes sur la montagne.

Les pressions grandissantes de l'agriculture industrielle, du développement résidentiel et de la fragmentation par les routes et autres infrastructures constituent des menaces à l'intégrité de ces milieux et à la survie des nombreuses espèces qui y vivent. Même protégées, c'est une partie de la faune et de la flore qui change dans plusieurs de ces collines qui sont de plus en plus perturbées et piétinées. Sur le plan floristique par exemple, non seulement certaines espèces d'intérêt comme l'ail des bois (*Allium tricoccum*) sont en train de disparaître localement, mais d'autres telles l'herbe à la puce (*Toxicodendron radicans*) et de nombreuses plantes envahissantes comme la salicaire pourpre (*Lythrum salicaria*) sont omniprésentes.

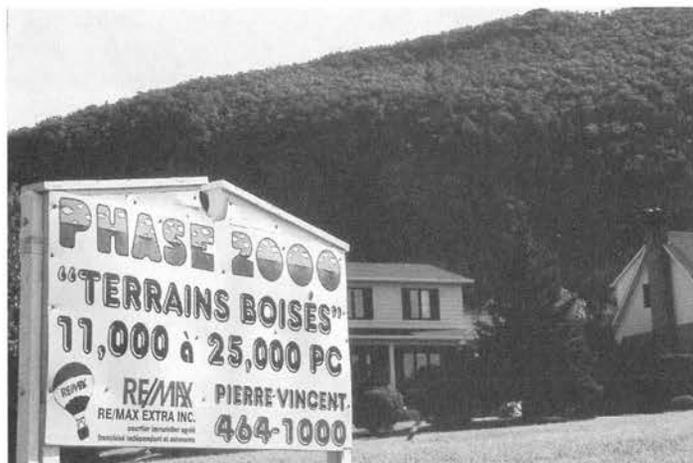
Un futur Parc Jurassique au Québec ?

Dans un avenir plus ou moins lointain, plusieurs collines montréalaises pourraient devenir un réservoir potentiel de différenciation génétique pour certaines espèces herpétofauniques en raison de leur isolement. Quelques évidences d'un début de différenciation génétique s'observent déjà chez l'herpétofaune de certaines îles des Grands Lacs (Hecnar *et al.*, 2002). Dans ces îles, l'existence d'une sous-espèce insulaire de la couleuvre d'eau (couleuvre d'eau du lac Érié, *Nerodia sipedon insularum*), un taux élevé de mélanisme dans certaines populations de couleuvres rayées

(*Thamnophis sirtalis*) et des cas possibles de gigantisme chez le crapaud d'Amérique (*Bufo americanus*) et la couleuvre fauve de l'Ouest (*Elaphe vulpina*) en sont quelques illustrations. Fait intéressant, nous avons découvert des populations de salamandres hybrides du complexe *Ambystoma laterale – jeffersonianum* (Bogart, 2003) dans les collines montréalaises. Les individus qui composent ces populations sont essentiellement des femelles et ne dépendraient que d'un petit nombre de mâles pour maintenir leurs effectifs. Mais comment évolueront ces populations dans des sites de plus en plus isolés, là où des échanges génétiques sont quasi improbables ? C'est dans le dessein d'explorer plusieurs de ces questions que nous établirons diverses collaborations avec d'autres équipes de chercheurs universitaires. C'est aussi dans ce contexte global de conservation de la biodiversité que nous avons démarré un projet semblable sur l'herpétofaune insulaire présente dans les différentes îles de l'estuaire du Saint-Laurent (Fortin *et al.*, 2004) et que nous participons à des études sur l'herpétofaune boréale dans les vastes territoires du nord québécois (ex., Fortin *et al.*, 2003).

Des solutions pour préserver ces oasis vertes

Certaines collines montréalaises sont en partie protégées tandis que d'autres ne sont qu'une mosaïque complexe de lots privés sans aucun statut de protection. Les zones périphériques ou zones tampons sont pour la plupart non protégées, voire déjà très altérées pour certaines, et représentent les secteurs les plus à risques dans la plaine montréalaise. Il importe donc, dans l'effort de conservation, de mettre en priorité ces zones tampons au même titre que les collines elles-mêmes. Quelle superficie devons-nous alors protéger autour des monts Saint-Bruno, Saint-Hilaire, Rougemont, Saint-Grégoire et Yamaska ? La réponse est fort simple, il faut protéger le peu qui reste ! Ces secteurs sont présentement l'objet d'énormes pressions de la part de l'industrie agricole et du développement domiciliaire. La protection de corridors forestiers d'intérêt et des milieux humides qui



Les développements domiciliaires empiètent de plus en plus sur certaines collines montréalaises.



L'agriculture industrielle intensive en Montérégie

ont pour l'instant survécus aux activités humaines entre ces Montérégiennes, doit faire partie intégrante de nos efforts de conservation à court terme (Bastien *et al.*, 2002). Des activités d'intendance privée (Girard, 2000) et d'autres options de conservation (Longtin, 1996) sont d'ailleurs mises en place dans quelques secteurs, avec l'aide de partenaires locaux. Nous sommes présentement en voie d'adapter des concepts de conservation reconnus afin d'intervenir efficacement dans certains de ces milieux (tableau 2). La création et la

restauration de milieux humides seraient hautement souhaitables sur le mont Royal afin de rétablir et de maintenir une plus grande biodiversité.

Embûches montréalaises

La difficulté d'intervenir en terres privées, le peu de volonté politique, l'inefficacité de certaines lois et de certains règlements ainsi que le sous-financement en environnement font partie des nombreux aspects qui devront être

Tableau 2. Stratégie proposée pour protéger la majorité des amphibiens au Québec

Étape	Description des actions ^a
I.	Localiser tous les milieux humides : étangs temporaires, semi-permanents et permanents, marais, marécages, ruisseaux, secteurs avec sphaignes et tourbières. Parmi les sites potentiels de reproduction pour les amphibiens, certains doivent avoir des hydro périodes diversifiées.
II.	Augmenter si nécessaire la densité des milieux humides en créant des étangs artificiels ^b de dimensions variées (0,1 à 4 ha). En aucun cas, ils ne doivent être établis dans le cours d'un ruisseau naturel ou en déviant un tel ruisseau. L'hydro périodicité (entre 2 mois et 1-2 ans selon la profondeur) peut être planifiée lors de leur création afin de favoriser certaines espèces d'amphibiens. L'assèchement naturel de certains étangs permet d'en diminuer le nombre de prédateurs (invertébrés, poissons).
III.	Protéger le plus grand nombre de ces étangs de reproduction.
IV.	Protéger les habitats terrestres dans un rayon de 160 m pour les salamandres et tritons, et de 200-300 m pour les grenouilles, rainettes et crapauds autour de chacun de ces milieux de reproduction ^c .
V.	S'assurer que la distance entre deux sites principaux de reproduction n'excède pas 1 km afin de favoriser le maintien de métapopulations.
VI.	Favoriser les migrations d'amphibiens entre les sites de reproduction par le maintien de corridors de végétation et la création d'étangs de petites dimensions (0,05 à 1 ha).
VII.	Éviter l'introduction de poissons et de produits chimiques dans les étangs de reproduction. Les larves de salamandres aquatiques peuvent être efficaces dans les étangs temporaires pour contrôler les moustiques parfois porteurs du virus du Nil occidental.

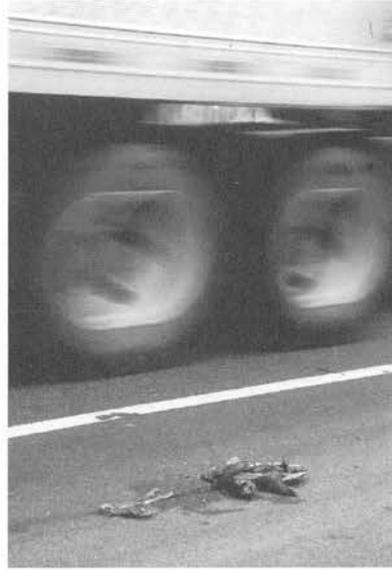
a. Sources : Laan et Verboom (1990), Semlitsch (1998, 2002), Brodman *et al.* (2003), Semlitsch et Bodie (2003).

b. Une autorisation du ministère de l'Environnement est requise pour aménager un étang artificiel.

c. Selon la *Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables* (Loi sur la qualité de l'environnement), une bande riveraine de 10 à 15 m de largeur à partir de la ligne des hautes eaux doit être actuellement maintenue. Ce minimum n'est que de 3 m en milieu agricole.



Ouvrage de contrôle des eaux de ruissellement au mont Saint-Hilaire



Une tortue serpentine qui se déplaçait dans la plaine montréalaise...

améliorés afin de soutenir les efforts de conservation passés, présents et futurs. Par exemple, les habitats essentiels des espèces désignées « menacées » ou « vulnérables » ne sont pas protégés adéquatement par la législation québécoise. La nouvelle loi fédérale sur les espèces en péril pourra-t-elle prendre la relève? Signe des temps, la mauvaise presse associée aux moustiques, parfois porteurs du virus du Nil occidental, complique aussi les efforts de conservation des milieux humides dans le sud du Québec. Il demeure malgré cela une certitude herpétologique: si nous n'entreprenons rien de façon concertée en Montérégie, bientôt ces îlots verts s'appauvriront et se transformeront en prisons vertes! Des prisons vertes dans le désert montréalais!

Ces Montérégiennes, merveilleuses parce qu'elles n'ont aucune raison d'être là, sinon pour nous rappeler à nous-mêmes que nous n'avons aucune raison d'être là.

Jean O'Neil, 1999

Remerciements

Nous remercions chaleureusement les nombreuses personnes qui ont contribué de multiples façons à l'avancement de notre projet. Nous désirons remercier également les organismes suivants pour leur enthousiasme et leur support: l'Association pour la protection et le développement durable du mont Rougemont, le Centre de la montagne du mont Royal, le Centre de la nature du mont Saint-Hilaire, le Centre d'interprétation du milieu écologique du Haut-Richelieu, le Champ de tir et secteur d'entraînement du mont Saint-Bruno (Défense nationale), le Comité de concertation et de valorisation du bassin de la rivière Richelieu, FORAMEC, le ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs du Québec, le Musée canadien de la nature, le Musée Redpath de l'Université McGill, Nature-action Québec, les

Parcs nationaux du Mont-Mégantic et du Mont-Saint-Bruno, le Réseau canadien de conservation des amphibiens et des reptiles, la Réserve naturelle Gault, le Service canadien de la faune, l'Université de Montréal et la Ville de Montréal.

Références

- ALFORD, R.A., P.M. DIXON, and J.H.K. PECHMANN, 2001. Global amphibian population declines. *Nature*, 412: 499-500.
- BASTIEN, Y., A. LAVOIE, M.-A. GUERTIN, L. DESROSIERS, C. GAGLIARDI, B. HAMEL, M. OUELLET et P. GALOIS, 2002. Projet de protection des habitats forestiers d'intérêt et d'établissement de corridors forestiers dans la Municipalité Régionale de Comté (MRC) de la Vallée-du-Richelieu: proposition de nouveaux modes d'intervention. Centre de la nature du mont Saint-Hilaire, Mont-Saint-Hilaire, Québec, 125 p. + 3 annexes.
- BOGART, J.P., 2003. Genetics and systematics of hybrid species. Pages 109-134 in D.M. Sever, editor. *Reproductive biology and phylogeny of Urodela*. Science Publishers, Enfield, New Hampshire.
- BONIN, J., J.R. BIDER et P. GALOIS, 1997a. Priorités de conservation des amphibiens et reptiles au Québec en 1997. Document présenté à la Fondation de la faune du Québec, Sainte-Foy, Québec, 7 p.
- BONIN, J., M. OUELLET, J. RODRIGUE, J.-L. DESGRANGES, F. GAGNÉ, T.F. SHARBEL, and L.A. LOWCOCK, 1997b. Measuring the health of frogs in agricultural habitats subjected to pesticides. Pages 246-257 in D.M. Green, editor. *Amphibians in decline: Canadian studies of a global problem*. Herpetological Conservation, Vol. 1. Society for the Study of Amphibians and Reptiles, Saint Louis, Missouri.
- BRODMAN, R., J. OGGER, M. KOLACZYK, R.A. PULVER, A.J. LONG, and T. BOGARD, 2003. Mosquito control by pond-breeding salamander larvae. *Herpetological Review*, 34: 116-119.
- CAREY, C., D.F. BRADFORD, J.L. BRUNNER, J.P. COLLINS, E.W. DAVIDSON, J.E. LONGCORE, M. OUELLET, A.P. PESSIER, and D.M. SCHOCK. 2003. Biotic factors in amphibian population declines. Pages 153-208 in G. Linder, S.K. Krest, and D.W. Sparling, editors. *Amphibian decline: an integrated analysis of multiple stressor effects*. Society of Environmental Toxicology and Chemistry, Pensacola, Florida.
- CENTRE DE LA MONTAGNE, 1999. Le mont Royal: le monument naturel de Montréal. Montréal, Québec, 32 p.
- COSEPEC, 2004. Espèces canadiennes en péril, mai 2004. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada, Ottawa, Ontario, 57 p.
- DENMAN, N.S., and I.S. LAPPER, 1964. The herpetology of Mont St.-Hilaire, Rouville County, Quebec, Canada. *Herpetologica*, 20: 25-30.
- FORTIN, C., D. BOUCHARD, F. MORNEAU, P. GALOIS et M. OUELLET, 2005. Étude de suivi environnemental des secteurs d'entraînement du ministère de la Défense nationale. Rapport présenté au Ministère de la Défense nationale, Garnison Saint-Jean, Service Génie. FORAMEC, Québec, Québec. En préparation.
- 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.
- 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.
- GALOIS, P. et M. OUELLET, 2002. Tortues: chronique d'une disparition annoncée. *Le Bouquet écologique*, 15, (4): 11-14.
- GIBBONS, J.W., D.E. SCOTT, T.J. RYAN, K.A. BUHLMANN, T.D. Tuberville, B.S. Metts, J.L. Greene, T. Mills, Y. Leiden, S. Poppy, and C.T. Winne, 2000. The global decline of reptiles, *déjà vu* amphibians. *BioScience*, 50: 653-666.

- GIRARD, J.-F., 2000. Guide des bonnes pratiques en intendance privée: aspects juridiques et organisationnels. Centre québécois du droit de l'environnement, Montréal, Québec.
- GOODE, M.J., D.E. SWANN, and C.R. SCHWALBE, 2004. Effects of destructive collecting practices on reptiles: a field experiment. *Journal of Wildlife Management*, 68: 429-434.
- GOUVERNEMENT DU QUÉBEC, 2004. Espèces fauniques menacées ou vulnérables au Québec. http://www.fapaq.gouv.qc.ca/fr/etu_rec/esp_mena_vuln/liste.htm.
- HECNAR, S.J., G.S. CASPER, R.W. RUSSELL, D.R. HECNAR, and J.N. ROBINSON, 2002. Nested species assemblages of amphibians and reptiles on islands in the Laurentian Great Lakes. *Journal of Biogeography*, 29: 475-489.
- HOULAHAN, J.E., C.S. FINDLAY, B.R. SCHMIDT, A.H. MEYER, and S.L. KUZMIN, 2000. Quantitative evidence for global amphibian population declines. *Nature*, 404: 752-755.
- LAAN, R., and B. VERBOOM, 1990. Effects of pool size and isolation on amphibian communities. *Biological Conservation*, 54: 251-262.
- LANDRY, B., 1999. Les Montérégiennes: une anthologie du roc. *Quatre-Temps*, 23, (3): 13-14.
- LAPPER, I., 1961. Survey of reptiles and amphibians on Mont St. Hilaire. *Bulletin of the Philadelphia Herpetological Society*, 9, (6): 19-20.
- LONGTIN, B., 1996. Options de conservation: guide du propriétaire. Centre québécois du droit de l'environnement, Montréal, Québec, 100 p.
- O'NEIL, J., 1999. Les Montérégiennes. Libre Expression, Montréal, Québec, 199 p.
- OUELLET, M., J. BONIN, J. RODRIGUE, J.-L. DESGRANGES, and S. LAIR, 1997. Hindlimb deformities (ectromelia, ectrodactyly) in free-living anurans from agricultural habitats. *Journal of Wildlife Diseases*, 33: 95-104.
- OUELLET, M. et P. GALOIS, 2003a. Inventaire herpétofaunique dans le secteur du parc national du Mont-Mégantic. Rapport réalisé pour le parc national du Mont-Mégantic, Notre-Dame-des-Bois, Québec, 15 p.
- OUELLET, M. et P. GALOIS, 2003b. Projet de conservation du Grand Bois de Saint-Grégoire: étude sur l'herpétofaune. Centre d'interprétation du milieu écologique du Haut-Richelieu, Saint-Jean-sur-Richelieu, Québec, 24 p.
- OUELLET, M. et P. GALOIS, 2004. Inventaire herpétofaunique du parc national du Mont-Saint-Bruno. Rapport réalisé pour le parc national du Mont-Saint-Bruno, Saint-Bruno-de-Montarville, Québec, 19 p.
- OUELLET, M., P. GALOIS, B.D. PAULI, and D.M. GREEN, en révision. The herpetofauna of the Mont Saint-Hilaire Biosphere Reserve: 40 years later.
- PENDLEBURY, G.B., 1973. Distribution of the dusky salamander *Desmognathus fuscus fuscus* (Caudata: Plethodontidae) in Quebec, with special reference to a population from St. Hilaire. *Canadian Field-Naturalist*, 87: 131-136.
- RICHARD, É. et P. BÉDARD, 1999. Le mont Royal: la montagne des Montréalais. *Quatre-Temps*, 23 (3): 20-21.
- RIVARD, D.H., J. POITEVIN, D. PLASSE, M. CARLETON, and D.J. CURRIE, 2000. Changing species richness and composition in Canadian National Parks. *Conservation Biology*, 14: 1099-1109.
- SEMLITSCH, R.D., 1998. Biological delineation of terrestrial buffer zones for pond-breeding salamanders. *Conservation Biology*, 12: 1113-1119.
- SEMLITSCH, R.D., 2002. Critical elements for biologically based recovery plans of aquatic-breeding amphibians. *Conservation Biology*, 16: 619-629.
- SEMLITSCH, R.D. and J.R. BODIE, 2003. Biological criteria for buffer zones around wetlands and riparian habitats for amphibians and reptiles. *Conservation Biology*, 17: 1219-1228.
- SOCIÉTÉ DE LA FAUNE ET DES PARCS DU QUÉBEC, 2002. Rapport sur les impacts de la production porcine sur la faune et ses habitats. Vice-présidence au développement et à l'aménagement de la faune, Québec, Québec, 72 p.
- SOUDER, W., 2002. A plague of frogs: unraveling an environmental mystery. University of Minnesota Press, Minneapolis, Minnesota, 309 p.
- WELLER, W.F., 1977. Distribution of stream salamanders in Southwestern Quebec. *Canadian Field-Naturalist*, 91: 299-303.
- WELSH Jr., H.H., and S. DROEGE, 2001. A case for using plethodontid salamanders for monitoring biodiversity and ecosystem integrity of North American forests. *Conservation Biology*, 15: 558-569.



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.

Dr MICHEL COUVRETTE
Chirurgien-dentiste

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

sur rendez-vous
seulement
274-2373



J. Denis Roy, ll. b.

NOTAIRE ET CONSEILLER JURIDIQUE

TÉLÉPHONE : 661-8014
TÉLÉCOPIEUR : 661-9691
COURRIEL : jdroy@notarius.net

2059, CHEMIN DE LA CANARDIÈRE
BUREAU 4
QUÉBEC G1J 2E7

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 / jaroberge@hotmail.com

Sortie herpétologique sur la Côte-Nord et au Labrador: de Natashquan à St. Lewis

Christian Fortin

La terre que Dieu réserva à Caïn
Jacques Cartier, 1534

Introduction

On observe actuellement un élan d'intérêt pour les amphibiens et les reptiles du Nord québécois (Fortin et al., 2003). Peu accessible et loin des grands centres, la Côte-Nord a cependant été peu fréquentée par les herpétologistes. En fait, nos connaissances actuelles pour cette région se limitent à quelques mentions anecdotiques et, généralement, peu de détails sur l'habitat accompagnent ces observations (Trapido et Clausen, 1938 ; Patch, 1939 ; Bleakney, 1954, 1958 ; Power, 1965). Plus au nord, au Labrador, la situation est similaire (Maunder, 1983, 1997). Toute information sur les amphibiens et les reptiles de cette région est donc pertinente en regard de la description de la biodiversité et des besoins particuliers en habitat que requièrent ces groupes d'espèces dans les milieux boréaux du Québec. C'est dans ce contexte que cet article rapporte des observations fortuites réalisées entre Natashquan (Québec) et St. Lewis (Labrador) au cours de mes vacances de 2003 et 2004. Des données sur l'habitat sont présentées, en plus de quelques mentions d'intérêt, dont des extensions d'aire de distribution.

La Moyenne-et-Basse-Côte-Nord

Mes observations en territoire québécois proviennent de quatre secteurs d'étude : Natashquan – Pointe-Parent situé à l'extrémité est de la Moyenne-Côte-Nord de même que Harrington Harbour, La Tabatière et Rivière-Saint-Paul – Blanc-Sablon, localisés sur la Basse-Côte-Nord (figure 1). Cette région est principalement dominée par le socle granitique précambrien, associé à la province de Grenville du Bouclier canadien (Landry et Mercier, 1992). De Natashquan à Blanc-Sablon, la côte devient de plus en plus rocheuse et la forêt se retire dans les endroits abrités des vents dominants. Le relief est généralement montueux et de faible altitude (0 à 300 m ; Lavoie, 1984). Le climat, très rigoureux, est sous l'influence littorale et tout particulièrement du courant froid du Labrador. C'est ainsi que la saison de croissance est courte, l'humidité relative très élevée et les vents parfois violents. La végétation de la côte appartient à la zone hémiarctique (Gerardin, 1981). Elle est caractérisée par une mosaïque de forêt, de krummholz et de toundra, la forêt (sapin, épinette noire, épinette blanche) occupant les fonds



Les affleurements rocheux abondent sur la Basse-Côte-Nord.

de vallées alors que les krummholz et la toundra (mousses, lichens) dominent les reliefs séparant ces vallées (Lavoie, 1984). À l'intérieur des terres, la forêt boréale reprend le dessus et se compose d'épinettes noires, d'épinettes blanches, de sapins, de mélèzes et de bouleaux (Pintal, 1998).

La région située entre Brador et Blanc-Sablon se différencie nettement du reste de la Basse-Côte-Nord. Les formations de roches précambriennes sont ici recouvertes par deux formations paléozoïques plus jeunes, celles de Brador et de Forteau (Marquis, 1998). La topographie, généralement plate, est caractérisée par des plateaux et des buttes en gradins, tel le morne Parent. Le réseau hydrographique est peu développé et dominé par l'abondance de lacs et de tourbières. Ce secteur d'étude, balayé fréquemment par de virulentes tempêtes, est libre de toute forêt. La végétation correspond à la toundra forestière ; le vent et les courants froids limitent en effet la croissance des arbres (Larouche et Richard, 1998). Contrairement au Labrador, ce secteur n'a jamais été forestier. Affleurements rocheux, champs de dunes, terrasses de sable et cordons littoraux complètent ce panorama bien particulier. Quant au sud du Labrador, le paysage y est très diversifié et similaire à celui de la Moyenne-et-Basse-Côte-Nord. On y rencontre des habitats associés à la toundra forestière, à la taïga et même à la forêt boréale.

Christian Fortin est biologiste spécialisé en écologie animale chez FORAMEC, firme de conseillers en environnement.

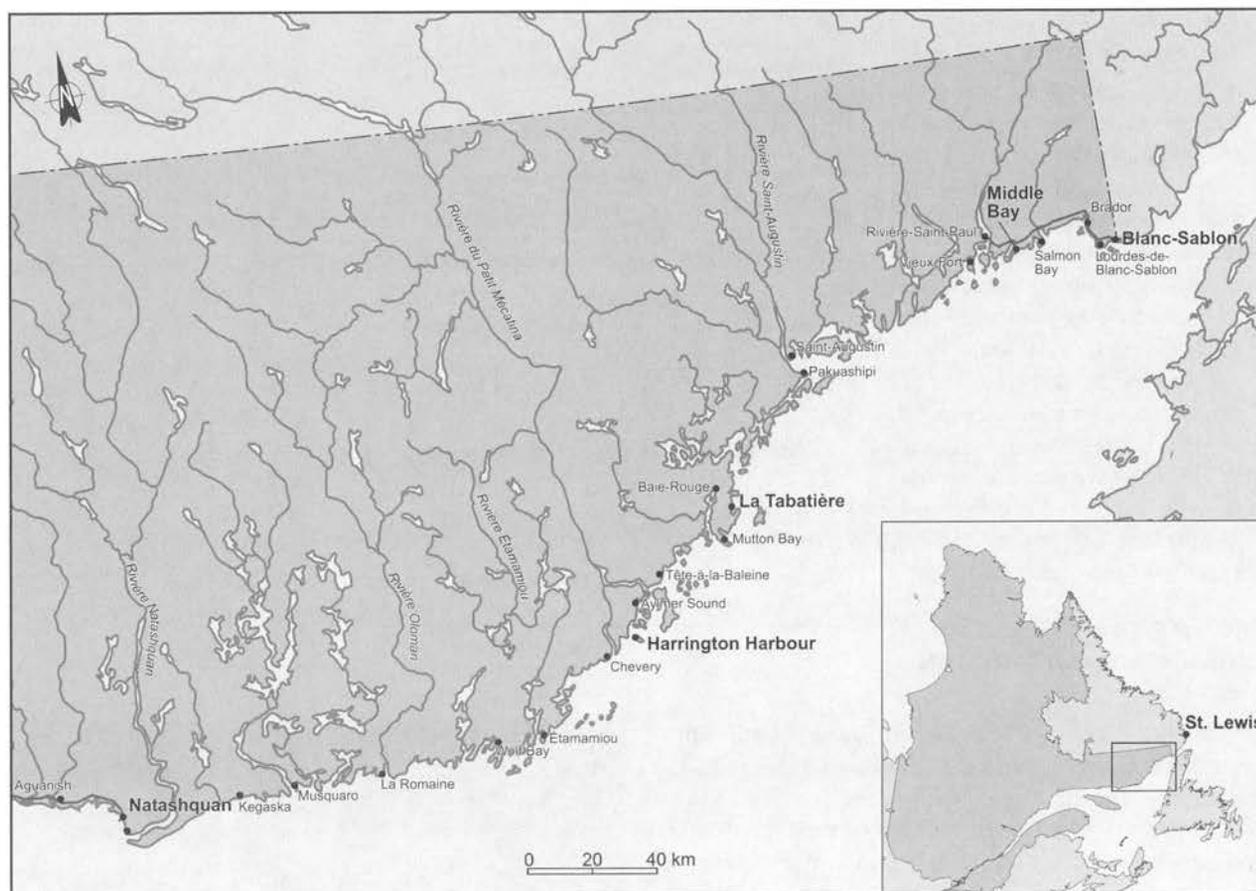


Figure 1. Localisation des secteurs inventoriés

Observations et discussion

Natashquan et Pointe-Parent : faible densité du genre *Rana* ?

Un total de 20 stations ont été inventoriées dans les secteurs de Natashquan et de Pointe-Parent (tableaux 1 et 2 et annexe 1). Les recherches consistaient à noter la présence d'anoues dans différents types de plan d'eau visités en juin, juillet et août. Trois espèces ont été observées, soit

la grenouille des bois (*Rana sylvatica*), la grenouille du Nord (*Rana septentrionalis*) et la grenouille léopard (*Rana pipiens*). Celles-ci fréquentaient tant les mares de tourbières que les milieux non tourbeux (tableau 2). Des évidences de reproduction, dont des têtards de grenouille léopard, ont été notées dans des milieux relativement acides (pH < 5 ; annexe 1). Compte tenu de l'effort déployé sur le terrain, très peu d'individus ont été aperçus. La densité relative du genre *Rana* semble donc faible comparativement aux régions plus méridionales. D'autres études seront nécessaires afin de confirmer cette hypothèse. Power (1965) mentionne la présence de ces trois espèces dans la région de la rivière Nabisipi, près d'Aguanish. Patch (1939) rapporte la grenouille des bois à Natashquan.

Harrington Harbour : séduit par le crapaud

Une seule heure de recherches fut consacrée à cette île. Quelques minutes après avoir mis pieds à terre, une chorale de crapaud d'Amérique (*Bufo americanus*) fut entendue au loin, vers 23 h 50. Elle provenait d'un petit étang entouré de maisons, où la température de l'eau (17 °C) était de beaucoup supérieure à celle de l'air (8 °C). Un endroit inusité pour une telle rencontre.



Lieu de reproduction du crapaud d'Amérique à Harrington Harbour

La Tabatière : en deux lignes

Un autre arrêt de courte durée, le bateau devant quitter dans l'heure. Juste le temps de visiter les abords d'un lac et d'un ruisseau qui en sort. Après à peine quelques minutes de recherche à soulever divers abris potentiels, une salamandre à deux lignes (*Eurycea bislineata*) immobile apparaît sous une roche, en bordure de la décharge du lac. Deux autres individus ont été notés dans ce secteur, l'un tout près du lac et l'autre à proximité d'un pont surplombant le ruisseau. Cette espèce se trouve généralement le long de cours d'eau (Petranka, 1998), mais elle fréquente parfois des milieux lacustres (Bahret, 1996).

Rivière Saint-Paul à Blanc-Sablon : la terre de Caïn

Un total de 32 stations situées dans divers types d'habitat ont été inventoriées du 27 juin au 2 juillet 2004, à la recherche d'anoures, de couleuvres et de salamandres de ruisseaux. Seulement deux espèces ont été observées, soit la salamandre à deux lignes et le crapaud d'Amérique (tableaux 1 et 3).

La salamandre à deux lignes fut trouvée sous une roche en bordure du ruisseau des Belles Amours, près de Middle Bay. Le ruisseau, au courant rapide, fait environ dix mètres de largeur à cet endroit et ses rives sont recouvertes de sable, de cailloux et de roches de toutes grosseurs. Le site de capture est localisé au pied d'un talus abrupt, lequel est colonisé par plusieurs arbres et arbustes tels que saules, sorbiers, aulnes et bouleaux blancs. Cette mention constitue une extension d'aire de distribution très importante (environ 340 km) par rapport au point le plus à l'est alors connu, soit la rivière Nabisipi (Power, 1965). En fait, c'est la localisation la plus à l'est au Canada ! L'espèce est aussi présente à l'intérieur des terres, ailleurs sur la Côte-Nord (Deshaye *et al.*, 2000 ; observations de l'auteur, annexe 2) ainsi qu'au Labrador (Cook et Preston, 1979 ; DeGraaf *et al.*, 1981 ; Maunder, 1997 ; observations de l'auteur, annexe 2).

Quant au crapaud, l'espèce a été trouvée dans sept stations, dans des tourbières minérotrophes ainsi que dans des milieux non tourbeux de toute sorte. Des signes de reproduction ont également été observés, tant dans les milieux tourbeux que non tourbeux. La présence de cette espèce dans la région avait déjà été rapportée (Baie au Saumon ; Packard, 1866 in Bleakney, 1954), mais pas encore dans le paysage particulier de Blanc-Sablon, quelques kilomètres plus à l'est. Il est à noter que la salamandre à points bleus (*Ambystoma laterale*) aurait déjà été rapportée dans le secteur de la baie des Belles Amours (Packard, 1866 in Bleakney, 1954).

Tableau 1. Mentions d'intérêt d'amphibiens observés entre Natashquan et St. Lewis

Localités	Espèces	Coordonnées Lat/Long ¹	Dates
Pointe-Parent	Grenouille des bois	50 08 29 N 61 43 31 O	10 août 2003
Pointe-Parent	Grenouille du Nord	50 10 50 N 61 36 23 O	4 juillet 2004
Pointe-Parent	Grenouille léopard	50 08 59 N 61 42 01 O	4 juillet 2004
Harrington Harbour	Crapaud d'Amérique	50 29 58 N 59 28 42 O	24 juin 2004 et 3 juillet 2004
La Tabatière	Salamandre à deux lignes	50 50 11 N 58 58 28 O	25 juin 2004 et 3 juillet 2004
Middle Bay	Salamandre à deux lignes	51 29 01 N 57 27 25 O	28 juin 2004
Blanc-Sablon	Crapaud d'Amérique	51 25 47 N 57 08 04 O	29 juin 2004
St. Lewis	Grenouille du Nord	52 23 29 N 55 44 27 O	1 juillet 2004

1. Degrés, minutes, secondes (NAD 83).



Une salamandre à deux lignes de la Côte-Nord



Le ruisseau des Belles Amours, lieu d'observation de la salamandre à deux lignes. Cette localité représente la mention la plus à l'est de l'espèce au Canada.

Tableau 2. Synthèse de l'utilisation d'habitat des amphibiens observés dans le secteur de Natashquan – Pointe-Parent, 2003-2004 ($n = 20$ stations).

Types de plan d'eau	Nombre de stations échantillonnées	Espèces observées	Nombre de stations où l'espèce fut observée ¹
Mare de tourbière ²	8	Grenouille des bois Grenouille du Nord Grenouille léopard	1 1 4
Lac de tourbière ²	3	Grenouille des bois Grenouille léopard	1 1
Étang ou mare non tourbeux ³	7	Grenouille des bois Grenouille du Nord Grenouille léopard	3 2 1
Ruisseau	2	Grenouille du Nord Grenouille léopard	1 1

1. Têtards, juvéniles ou adultes.
2. Tourbières ombrotrophes.
3. De type marais ou marécage.

Tableau 3. Synthèse de l'utilisation de l'habitat des amphibiens observés entre Rivière-Saint-Paul et Blanc-Sablon ($n=32$ stations).

Types de plan d'eau	Nombre de stations échantillonnées	Espèces observées	Nombre de stations où l'espèce fut observée ¹
Mare de tourbière ombrotrophe	4	Aucune	0
Mare de tourbière minérotrophe	7	Crapaud d'Amérique	3
Étang, mare ou marais non tourbeux	6	Crapaud d'Amérique	2
Lac	8	Crapaud d'Amérique	2
Ruisseau et rivière	7	Salamandre à deux lignes	1

1. Adultes, masses d'œufs ou individus entendus au chant.

St. Lewis : la grenouille du Nord... à l'est

Mais pourquoi donc avoir choisi cette destination pour clore mon expédition ? C'est que la grenouille du Nord n'avait pas encore été répertoriée dans la pointe est du Québec– Labrador (Mauder, 1997 ; Desroches et Rodrigue, 2004). Pourtant, l'habitat y semblait propice. En fait, ce n'est que tout récemment que ce coin de pays est rendu accessible par la route 510. C'est donc sans grande surprise que j'ai observé l'espèce tout près de la localité de St. Lewis (tableau 1). La grenouille du Nord fut tout d'abord localisée par son chant dans une mare de tourbière minérotrophe, puis de nouveau quelques minutes plus tard dans un lac non tourbeux. Dans le second site, la présence d'une masse d'œufs et d'un têtard a aussi été notée. Le crapaud d'Amérique était présent aux deux sites. Ce dernier semblait relativement commun dans cette région.

Limites de l'étude

Cette étude ne constitue en aucun cas un inventaire exhaustif de l'herpétofaune de la Moyenne-et-Basse-Côte-Nord. De même, l'absence de mention à une station donnée

ne signifie pas l'absence de l'espèce à ce site. Aucun travail de terrain n'a en effet été réalisé au printemps, le temps de recherche fut restreint à la majorité des sites visités et certaines espèces n'ont pas été inventoriées (ex : rainette crucifère, *Pseudacris crucifer*, et salamandre à points bleus).



Fen à *Menyanthes trifoliata*.
Blanc-Sablon en arrière-plan



Mare dans une tourbière ombrotrophe,
région de Natashquan



Harrington Harbour

Par exemple, est-ce que l'absence de mention de la couleuvre rayée (*Thamnophis sirtalis*) reflète la situation réelle de l'espèce dans la région de Blanc-Sablon? L'espèce est pourtant présente dans la Moyenne-Côte-Nord (Trapido et Clausen, 1938 ; Bleakney, 1958 ; Power, 1965).

Quoi qu'il en soit, l'herpétofaune boréale nous réserve probablement encore de belles surprises. À nous de les découvrir, de les partager et de les préserver.

Remerciements

Je tiens à remercier Jean Deshayé, Patrick Galois et Martin Ouellet pour leurs commentaires sur la version préliminaire de cet article ainsi que la firme de conseillers en environnement FORAMEC pour avoir réalisé la figure. Mes remerciements vont aussi aux gens de la Côte-Nord pour leur formidable accueil lors de mon séjour. ◀

Références

- BAHRET, R., 1996. Ecology of lake dwelling *Eurycea bislineata* in the Shawangunk Mountains, New York. *Journal of Herpetology*, 30: 399-401.
- BLEAKNEY, J.S., 1954. Range extensions of amphibians in Eastern Canada. *Canadian Field-Naturalist*, 68: 165-171.
- BLEAKNEY, J.S. 1958. A zoogeographical study of the amphibians and reptiles of Eastern Canada. *National Museum of Canada Bulletin*, 155: 1-119.
- COOK, F.R. and J. PRESTON, 1979. Two-lined Salamander, *Eurycea bislineata*, in Labrador. *Canadian Field-Naturalist*, 93: 178-179.
- DEGRAAF, D., B.K. BOLES and J. LOVISEK, 1981. Two-lined Salamander, *Eurycea bislineata* (Amphibia: Caudata: Plethodontidae) in Labrador. *Canadian Field-Naturalist*, 95: 366-367.
- DESHAYÉ, J., C. FORTIN et F. MORNEAU, 2000. Caractérisation de la biodiversité dans les emprises de ligne de transport d'énergie électrique situées en forêt boréale. Années 1998-2000. Rapport pour TransÉnergie. FORAMEC inc., Québec, Québec, 101 p.
- DESROCHES, J.-F. et D. RODRIGUE, 2004. Amphibiens et reptiles du Québec et des Maritimes. Éditions Michel Quintin, Waterloo, Québec, 288 p.

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.

GERARDIN, V., 1981. Inventaire du capital-nature de la Côte-Nord : les régions écologiques provisoires, 2^e approximation. Environnement Québec, Hydro-Québec et Environnement Canada. Rapport n° 8, 36 p.

LANDRY, B. et M. MERCIER, 1992. Notions de géologie. 3^e édition. Modulo Éditeur, Mont-Royal, Québec.

LAROCHE, A. et P.J.H. RICHARD, 1998. Végétation actuelle et postglaciaire de la région de Blanc-Sablon. In J.-Y. Pital. Aux frontières de la mer : la préhistoire de Blanc-Sablon. Annexe 3. Les Publications du Québec, Québec, p. 339-350.

LAVOIE, G., 1984. Contribution à la connaissance de la flore vasculaire et invasculaire de la Moyenne-et-Basse-Côte-Nord, Québec-Labrador. *Provancheria* n°17, 149 p.

MARQUIS, R., 1998. Géologie de la région de Blanc-Sablon et pétrographie des matières premières. In J.-Y. Pital. Aux frontières de la mer : la préhistoire de Blanc-Sablon. Annexe 2. Les Publications du Québec, Québec, pp. 317-338.

MAUNDER, J.E., 1983. Amphibians of the Province of Newfoundland. *Canadian Field-Naturalist*, 97: 33-46.

MAUNDER, J.E., 1997. Amphibians of Newfoundland and Labrador: status changes since 1983. In D. M. Green, editor. Amphibians in decline: Canadian studies of a global problem. *Herpetological Conservation*, Volume 1. Society for the Study of Amphibians and Reptiles, Saint-Louis, Missouri, pp. 93-99.

PACKARD, A.S., Jr., 1866. List of vertebrates observed at Okak, Labrador, by Rev. Samuel Weiz with annotations. *Proceedings of the Boston Society*, 10: 264-277.

PATCH, C.L., 1939. Northern records of the wood-frogs. *Copeia*, 1939: 235.

PETRANKA, J.W., 1998. Salamanders of the United States and Canada. Smithsonian Institution Press, Washington D.C., 592 p.

PITAL, J.-Y., 1998. Aux frontières de la mer : la préhistoire de Blanc-Sablon. Les Publications du Québec, Québec, 418 p.

POWER, G., 1965. Notes on the cold-blooded vertebrates of the Nabisipi River region, County Duplessis, Quebec. *Canadian Field-Naturalist*, 79: 49-61.

TRAPIDO, H. and R.T. CLAUSEN, 1938. Amphibians and reptiles of Eastern Quebec. *Copeia*, 1938: 117-125.

Annexe 1

Détails des occurrences d'amphibiens observés dans le secteur de
Natashquan – Pointe-Parent, 2003-2004

No station	Habitats	Végétation ¹	pH ²	Température de l'air (°C)	Dates	Observations
1	Mare de Tourbière ³	Sphaigne, <i>Carex</i> , cassandre, mélèze, lichen, plaquebrière	4.3	22	10/08/03	Aucune
2	Mare de tourbière	Sphaigne, <i>Carex</i> , cassandre, mélèze, lichen, plaquebrière	4.3	20	10/08/03	Une grenouille léopard adulte
3	Lac de tourbière ³	Sphaigne, <i>Ledum</i> , <i>Kalmia</i> , lichen, plaquebrière, mélèze	5.2	21	10/08/03	Aucune
4	Étang naturel	Sapin, myrique, saule, <i>Carex</i> , épinette noire	5.6	22	10/08/03	Une grenouille des bois juvénile
5	Mare de tourbière	Sphaigne, <i>Ledum</i> , lichen, plaquebrière, nénuphar	-	21	10/08/03	Aucune
6	Mare de tourbière	Sphaigne, <i>Ledum</i> , mélèze, épinette noire, nénuphar	5.4	20	10/08/03	Une grenouille des bois juvénile et deux grenouilles léopard adultes
7	Lac de tourbière	<i>Carex</i> , épinette noire, mélèze, nénuphar	4.9	21	10/08/03	Une grenouille des bois adulte et plusieurs têtards de grenouille léopard
8	Étang naturel	Aulne, sapin, myrique, <i>Carex</i>	5.8	20	10/08/03	Une grenouille des bois juvénile
9	Étang naturel	Épinette noire, myrique, sapin, <i>Carex</i> , nénuphar	5.8	20	10/08/03	Une grenouille des bois juvénile
10	Canal de drainage	<i>Carex</i> , graminées, aulne, saule, bouleau, mélèze	5.8	19	10/08/03	Une grenouille du Nord adulte
11	Étang artificiel	Myrique, aulne, mélèze	5.7	20	11/08/03	Aucune
12	Lac de tourbière	Sphaigne, <i>Ledum</i> , lichen	-	21	11/08/03	Aucune
13	Mare de tourbière	Sphaigne, plaquebrière, <i>Carex</i> , épinette noire	5.6	23	11/08/03	Aucune
14	Grosse ornière	Myrique, épinette noire, lichen, mélèze, <i>Kalmia</i>	5.5	24	11/08/03	Une grenouille du Nord juvénile
15	Ruisseau stagnant	Épinette noire, graminées, <i>Carex</i> , mélèze	5.6	25	11/08/03	Une grenouille léopard juvénile
16	Mare de tourbière	Sphaigne, myrique, aulne, mélèze	4.9	22	11/08/03	Têtards sp.
17	Étang artificiel	Aulne, <i>Carex</i> , framboisier, épinette noire, mélèze	-	17	23/06/04	Grenouille du Nord au chant et têtards sp.
18	Mare de tourbière	Sphaigne, épinette noire, mélèze, lichen	-	15	4/07/04	Grenouille du Nord adulte et au chant et têtards sp.
19	Étang naturel	Épinette noire, mélèze, bouleau	-	16	4/07/04	Une grenouille léopard adulte
20	Mare de tourbière	Sphaigne, épinette noire, mélèze	-	17	4/07/04	Une grenouille léopard adulte et têtards sp.

1. Espèces représentatives dans un rayon d'environ 10 m du plan d'eau.
2. Du plan d'eau.
3. Tourbière ombrotrophe.

Annexe 2

Mentions de salamandre à deux lignes réalisées par l'auteur en 2004
sur la Côte-Nord et au Labrador¹

Cours d'eau	Province	Coordonnées Lat/Long ²	Dates	Altitudes (m)	Végétation ³
Rivière le Torrent	Québec	51 34 17 N 68 13 52 O	10 août	412	Aulne, épinette noire
Rivière Blough	Québec	52 03 32 N 68 05 17 O	10 août	620	Saule, myrique, mélèze, épinette noire, <i>Carex</i>
Lower Brook	Labrador	53 16 06 N 60 53 40 O	12 août	46	Aulne, épinette noire
Pena's River	Labrador	53 02 20 N 61 17 46 O	12 août	68	
Ozzie's Brook	Labrador	53 27 59 N 63 33 36 O	12 août	400	
Walsh River	Labrador	52 54 24 N 67 01 52 O	13 août	556	Aulne, saule, myrique, épinette noire, <i>Carex</i>
Ruisseau (sans nom)	Québec	52 29 46 N 67 25 53 O	13 août	621	Épinette noire, mélèze, aulne, lichen

1. Tous les individus ont été trouvés sous des roches.
2. Degrés, minutes, secondes (NAD 83).
3. Espèces représentatives observées dans un rayon de 10 m du lieu d'observation.



Lieu de reproduction du crapaud d'Amérique, près de Brador

Existe-t-il des solutions à la problématique des accidents routiers impliquant la grande faune ?

Christian Dussault, Marius Poulin, Jean-Pierre Ouellet, Réhaume Courtois
Catherine Laurian, Mathieu Leblond, Jacques Fortin, Laurier Breton, et Hélène Jolicœur

Introduction

Les routes constituent un élément dominant du paysage des pays industrialisés. Certaines routes traversent des territoires boisés, ce qui favorise les interactions entre l'homme et la faune. Les routes modifient le milieu naturel et affectent de diverses façons les écosystèmes terrestres et aquatiques. Ces effets sont suffisamment importants pour qu'en 2000, la prestigieuse revue *Conservation Biology* y consacre une section complète (vol. 14, No. 1). Ainsi, parmi les principaux effets des routes sur l'eau et les plantes, on note une modification physico-chimique de l'eau des lacs, des ruisseaux et des marécages par le sel de déglacage, une modification du débit des cours d'eau et du drainage des milieux humides et l'invasion des bords de routes par des plantes exotiques. Quant à la faune terrestre, les effets recensés sont une perte directe d'habitat (destruction), la dégradation de la qualité de l'habitat par la pollution de l'air et de l'eau, la fragmentation de l'habitat (effet de barrière), l'évitement des abords des routes à cause du bruit et une réduction de la biodiversité. Aussi, les routes sont à l'origine d'un nombre parfois élevé de mortalités pour la faune. Entre autres, elles sont le théâtre de collisions routières avec les grands mammifères, un problème méconnu de la plupart des usagers de la route, mais qui est pourtant assez fréquent pour constituer un enjeu majeur de la sécurité routière dans plusieurs régions (de Bellefeuille et Poulin, 2003). La majorité des accidents avec la grande faune impliquent les grands herbivores, particulièrement les cervidés qui atteignent souvent une densité élevée, et c'est pourquoi nous restreindrons le présent texte à ce groupe d'espèce.

Les collisions avec les cervidés constituent un problème important aux États-Unis, en Scandinavie et même au Japon. Ces accidents se traduisent presque toujours par des dégâts matériels importants, par la mort de l'animal frappé, ainsi que par des blessures, voire la mort, pour les personnes impliquées (Lavsund et Sandegren, 1991; Poulin, 1999). La plupart des pays d'Europe rapportent une augmentation des collisions routières avec les cervidés au cours des dernières décennies. Groot Bruinderink et Hazebroek (1996) ont estimé à 507 000, le nombre annuel de collisions routières impliquant des ongulés en Europe (en excluant la Russie), résultant en 300 mortalités humaines, 30 000 autres personnes blessées, et des dégâts matériels estimés à un mil-



Les accidents impliquant les orignaux sont fréquents dans la réserve faunique des Laurentides.

liard de dollars américains. Aux États-Unis, ces accidents ont augmenté de 200 000 en 1980 à 500 000 en 1991 (Romin et Bissonette, 1996) et ils coûtent plus d'un milliard annuellement (Conover, 1997). Ces chiffres expliquent à eux seuls pourquoi la réduction de l'incidence de ces accidents est un objectif important pour la plupart des juridictions.

Un problème aux causes multiples

Bien que la littérature sur le sujet soit abondante, il apparaît impossible d'identifier des causes universelles au phénomène des accidents routiers impliquant les cervidés (de Bellefeuille et Poulin, 2003). Cependant, on peut facilement cerner au moins quatre composantes potentielles au problème, soit des causes animales (ex. densité, comportement), des facteurs environnementaux (volume du trafic

C. Dussault est attaché de recherche et travaille sur un projet conjoint du ministère des Transports du Québec (MTQ), du ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs du Québec (MRNFP) et de l'Université du Québec à Rimouski (UQAR); Marius Poulin et Jacques Fortin sont responsables du dossier des accidents avec la grande faune au MTQ; J.-P. Ouellet est professeur à l'UQAR; R. Courtois, et H. Jolicœur sont biologistes et L. Breton est technicien de la faune au MRNFP; Mathieu Leblond et Catherine Laurian poursuivent des études graduées à l'UQAR.

routier, végétation, recherche de minéraux), des conditions météorologiques (qui affectent la visibilité ou le comportement des animaux) et, finalement, des causes humaines (inattention du conducteur, fatigue).

Causes animales

De façon logique, on constate que plus la densité des animaux est élevée, plus la fréquence des accidents routiers augmente comme il a été observé avec l'orignal (*Alces alces*), par exemple, dans plusieurs pays (Modafferi, 1991; Oosenbrug *et al.*, 1991; Joyce et Mahoney, 2001). L'activité particulièrement intense des cervidés, alors qu'ils cherchent à combler des besoins tels que l'alimentation, la reproduction, les migrations saisonnières ou encore la dispersion des jeunes (Groot Bruinderink et Hazebroek, 1996; Putman, 1997), provoque une concentration des accidents routiers à certaines périodes de l'année. Enfin, la présence d'un corridor de déplacement (i. e. des coulées de part et d'autre de la route) augmente aussi le risque de collisions (Child *et al.*, 1991; Del Frate et Spraker, 1991). Les animaux pourraient utiliser les passages les moins accidentés pour effectuer leurs déplacements de moyenne et de grande amplitude (p. ex. dispersion des jeunes), mais peu d'études se sont spécifiquement intéressées à cette question. Enfin, les cervidés pourraient aussi rechercher des milieux ouverts plus venteux, telles les emprises des routes, pour fuir les insectes hématophages (Kelsall et Simpson, 1987). Les Tabanidés, par exemple, sont reconnus pour harceler les orignaux (Reneker et Hudson, 1990).

Causes environnementales

La relation entre le nombre d'accidents et le volume du trafic routier n'est pas toujours évidente (Groot Bruinderink et Hazebroek, 1996). Dans certaines études, il a été impossible de mettre en évidence une quelconque relation entre les deux paramètres (Reilley et Green, 1974; Del Frate et Spraker, 1991) alors que dans d'autres études, elle croît de façon linéaire (Grenier, 1974) ou logarithmique (Berthoud, 1987; Skolwing, 1987). L'effet du trafic routier semble plus facile à démontrer lorsqu'on compare les accidents entre les années (Grenier, 1974; Oosenbrug *et al.*, 1991), entre les mois (Grenier, 1974; Jolicœur, 1985) et entre les jours de la semaine (Grenier, 1974; Allen et McCullough, 1976; Jolicœur, 1985). Par contre, à l'inverse, le pic des accidents à l'intérieur de la journée survient souvent durant la nuit ou encore durant les périodes de pénombre (Grenier, 1974; Allen et McCullough, 1976; Jolicœur, 1985; Berthoud, 1987; Skolwing, 1987; Tunkkari, 1987; Child *et al.*, 1991; Lavsund et Sandegren, 1991; Putman, 1997; Joyce et Mahoney, 2001) alors que le trafic y est à son plus bas. Selon Groot Bruinderink et Hazebroek (1996), la plus grande vulnérabilité des cervidés durant la nuit et la pénombre serait attribuable à une augmentation du taux d'activité, mais il est hautement probable que la visibilité réduite des automobilistes à cette période de la journée amplifie le problème (McDonald, 1991).

Les corridors routiers exerceraient à la fois un effet attractif à certains égards (Burson III *et al.*, 2000; Yost et Wright, 2001) et répulsif pour d'autres (Forman et Deblinger, 2000; James et Stuart-Smith, 2000; Dyer *et al.*, 2002). Les cervidés pourraient être attirés par les emprises de routes pour retrouver plusieurs ressources importantes (de Bellefeuille et Poulin, 2003), celles-ci offrant parfois une variété d'espèces végétales appréciées (Bédard *et al.*, 1978; Child, 1998; Finder *et al.*, 1999) et spatialement plus concentrées qu'en forêt (Groot Bruinderink et Hazebroek, 1996). Aussi, au printemps, la fonte de la neige qui y est plus rapide permet une croissance végétale hâtive et l'entretien de la végétation en bordure des routes maintient la présence des jeunes stades végétatifs très prisés par les cervidés (Rea, 2003). Parmi les autres facteurs susceptibles d'attirer les cervidés en bordure des routes, mentionnons la présence de minéraux, entre autres, le sodium (Grenier, 1974; Jolicœur et Crête, 1994). Cet élément, qui est rare dans l'environnement, est nécessaire pour les mammifères (Belovsky et Jordan, 1981). Les mares salines, où se concentre le sodium issu des sels de déglacage, attireraient l'orignal au même titre que les sources minérales naturelles (Fraser *et al.*, 1982; Couturier, 1984; Jolicœur et Crête, 1994; Bechtold, 1996). À l'opposé, Forman et Deblinger (2000) rapportent que les grands herbivores évitent les routes où le bruit occasionné par le passage des véhicules nuit à la détection des prédateurs. De plus, les diverses activités humaines dérangent certaines espèces comme le caribou (*Rangifer tarandus*) qui évite des corridors linéaires tels que les routes et les lignes de prospection minière (James et Stuart-Smith, 2000; Dyer *et al.*, 2002).



Les orignaux sont attirés par les concentrations élevées de minéraux contenues dans les mares salines qui se forment au bord des routes, à la suite de l'accumulation des produits déglacant utilisés en hiver.

Causes météorologiques

Certaines variables météorologiques, la température par exemple, ont un effet sur le comportement de l'orignal (Belovsky, 1981; Dussault *et al.*, 2004) ou encore sur le comportement des automobilistes, et sont donc susceptibles

d'être associées aux accidents. Par exemple, selon Dussault *et al.* (2004), l'orignal réduit son taux d'activité durant les chaudes journées d'été et compense par une activité nocturne plus grande, période durant laquelle la visibilité des automobilistes est limitée.

Causes humaines

Bien que ce sujet soit peu documenté, il apparaît logique de croire que, comme pour tout autre accident routier, une partie des accidents avec la grande faune pourrait être évitée si le conducteur bénéficiait d'un temps de réaction plus rapide. Or, l'inattention ou la fatigue ainsi qu'une vitesse trop élevée sont des exemples de facteurs susceptibles d'accroître le temps de réaction du conducteur au freinage.

Le cas de la réserve faunique des Laurentides

Au Québec, selon le système d'information sur la grande faune du ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs (MRNFP), les accidents avec la grande faune ont impliqué annuellement de 161 à 310 orignaux, de 1 847 à 3 619 cerfs de Virginie et de 18 à 77 ours noirs entre 1990 et 2002 (Sebbane et Courtois, 2000). De plus, au Québec comme ailleurs dans le monde, les nombres recensés seraient sous-estimés d'environ 40 à 50 %, car les accidents n'ayant pas causé de dommages importants ou de blessures graves, par exemple, ne sont pas rapportés (Skolwing, 1987; Lavsund et Sandegren, 1991).

La réserve faunique des Laurentides (Québec) est un bon exemple de territoire où persiste une problématique d'accidents routiers avec la grande faune (Grenier, 1974), l'orignal en l'occurrence. Ce territoire d'environ 8 000 km² est traversé par deux routes provinciales majeures (les routes 175 et 169) et la densité de l'orignal y est passablement élevée. Elle était de 2,2 orignaux/10 km² à l'hiver 1994 (jusqu'à 8,0 orignaux/10 km² dans certains secteurs; St-Onge *et al.*, 1995; Dussault, 2002) mais, de toute évidence, la densité est en augmentation depuis la mise en application du plan de gestion de l'orignal il y a dix ans (Lamontagne et Jean, 1999). Il n'est donc pas surprenant que la réserve faunique des Laurentides soit le théâtre de nombreux accidents routiers impliquant l'orignal.

De 1990 à 2002, dans la réserve faunique des Laurentides, il y a eu au total 754 accidents impliquant l'orignal, soit environ 50 accidents par an. Une analyse des statistiques disponibles pour cette période, effectuée dans le cadre du présent projet, a démontré que la fréquence des accidents variait de façon importante au cours d'une année (figure 1) et les variations observées étaient semblables d'une année à l'autre. Les accidents surviennent surtout lors de la deuxième moitié du mois de juin, mais le risque demeure tout de même relativement élevé de la mi-mai à la fin d'août. Sur certaines sections des routes 169 et 175, les accidents impliquant la grande faune représentent même plus de 50 % de l'ensemble des accidents. Dans la réserve, il est clair que la répartition

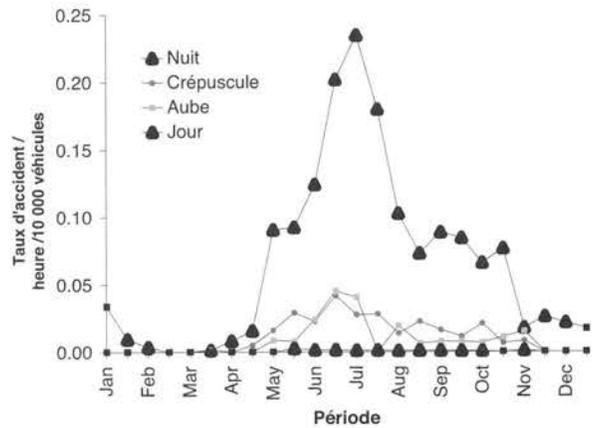


Figure 1. Nombre d'accidents par heure par 10 000 voitures impliquant l'orignal en fonction des périodes du jour et de l'année

spatiale des accidents routiers est influencée par la densité de l'orignal, les accidents étant plus fréquents dans les secteurs nord et sud où les densités sont les plus élevées. Le nombre d'accidents par heure, corrigé pour le volume de la circulation, est également au moins deux fois plus grand la nuit qu'à tout autre moment de la journée (figure 1). À partir des données météorologiques enregistrées sur une base quotidienne dans 12 stations météorologiques situées en bordure des routes 175 et 169, il a été mis en évidence que la température maximale quotidienne et la pression barométrique quotidienne minimale jouaient un rôle sur la probabilité d'occurrence des accidents routiers. En effet, entre la mi-juin et la mi-août, la probabilité d'accident était en moyenne plus grande lorsque la température et la pression barométrique étaient élevées, c'est-à-dire lorsque les journées sont chaudes et ensoleillées (figure 2). Le nombre d'accidents est aussi de 50 % supérieur sur les tronçons où au moins une mare saline fréquentée est présente (figure 3). Finalement, aucune variable décrivant l'aspect de la route (ex. sinuosité, vallonement) n'a pu être reliée aux accidents routiers. Ces résultats concordent avec ceux de Joyce et Mahoney (2001) qui ont observé, à Terre-Neuve, que 79 % des accidents se produisaient dans des portions rectilignes de la route.

En 1997, le ministère des Transports du Québec (MTQ) a mis en place un plan spécial d'intervention pour réduire l'incidence des accidents routiers avec l'orignal dans la réserve faunique des Laurentides. Les interventions sur le terrain ont consisté, jusqu'à aujourd'hui, à drainer les mares salines les plus problématiques, à procéder à leur enrochement, à créer des mares salines de compensation à une distance sécuritaire de la route, à installer un tronçon de cinq kilomètres de clôture électrique (du km 175 au km 180) et à aménager un passage pour la faune sous la route. Devant l'importance et la gravité de cette situation, ainsi que l'ampleur des paramètres à mesurer, le MTQ, le MRNFP et l'Université du Québec à Rimouski (UQAR), se sont associés pour effectuer une recherche visant à mieux comprendre cette problématique.

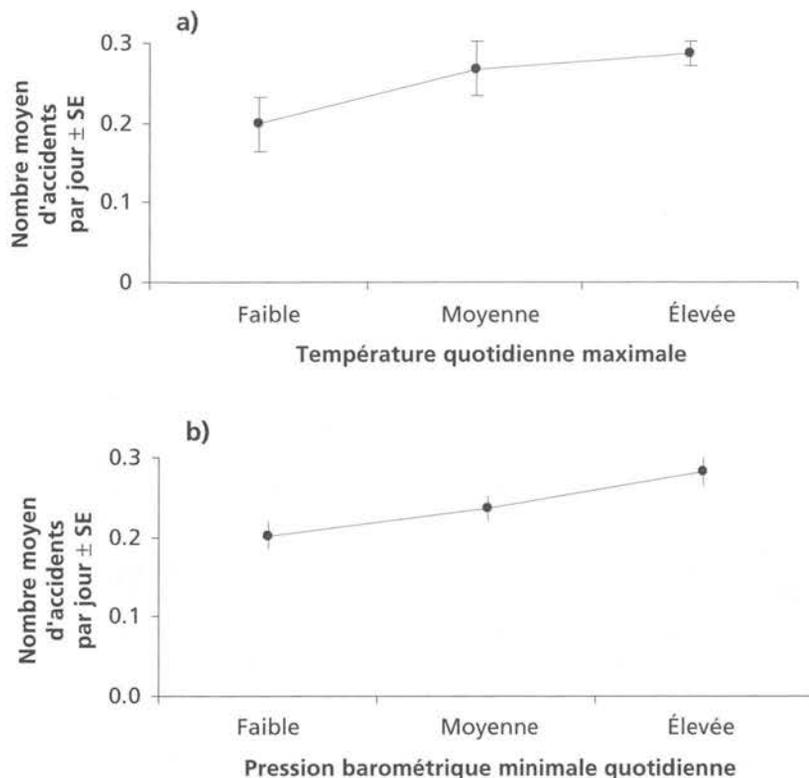


Figure 2. Relation entre le nombre moyen d'accidents par jour et a) la température quotidienne maximale et b) la pression barométrique minimale quotidienne de juin à octobre

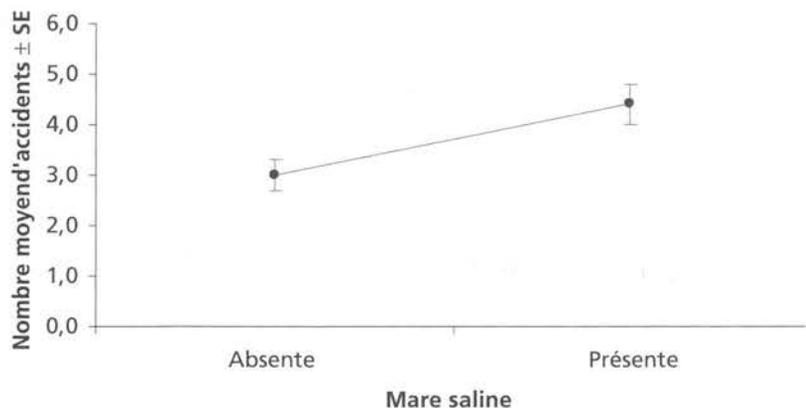


Figure 3. Nombre moyen d'accidents par kilomètre selon la présence d'au moins une mare saline fréquentée par l'orignal le long de la chaussée entre 1990 et 2002

Mieux comprendre les facteurs prédisposant aux accidents

Les travaux de recherche ont débuté à l'hiver 2002. La première étape a été d'utiliser les statistiques existantes pour déterminer les facteurs qui ont influencé la répartition spatiale et temporelle des accidents impliquant l'orignal dans la réserve, au cours de la période de 1990 à 2002. Historiquement, les accidents routiers étaient localisés par rapport aux bornes kilométriques qui jalonnent les routes 175

et 169. Comme cette échelle d'analyse n'était pas été assez fine pour détecter l'effet de certaines variables, nous déterminons, depuis l'été 2002, la position du site exact de chaque accident avec un GPS et nous en décrivons les caractéristiques directement sur le terrain. Afin de mieux comprendre la dynamique des déplacements des orignaux en bordure des routes 169 et 175, nous suivons les déplacements d'environ 30 orignaux à l'aide de colliers de télémétrie GPS depuis l'hiver 2002. Ce suivi permettra, entre autres, de caractériser les habitats fréquentés par l'orignal le long des corridors routiers (végétation, mares salines, etc.) et d'étudier les déplacements de l'orignal par rapport à la topographie et aux autres éléments majeurs du paysage. Ces informations permettront également au MTQ d'identifier les secteurs potentiellement problématiques et seront utiles à l'élaboration de mesures de mitigation.



Des orignaux adultes, mâles et femelles, sont munis de colliers de télémétrie GPS afin de suivre avec précision leurs déplacements au bord des routes.

À la recherche de solutions : évaluation des mesures de mitigation

Le deuxième objectif du projet est de vérifier expérimentalement l'efficacité des aménagements effectués par le MTQ. Pour tester l'effet du drainage des mares salines et mesurer la fréquentation des mares salines de compensation, nous avons élaboré un dispositif expérimental comportant 17 sites, soit six mares salines le long des routes près desquelles se trouvent six mares salines de compensation en forêt, et cinq mares salines témoins. Les six mares salines en bordure des routes seront aménagées à l'automne 2004, les deux premières années de l'étude servant de témoin temporel. La fréquentation des mares salines par l'orignal a été évaluée à l'aide de détecteurs de mouvements au cours des étés 2003 et 2004 (avant aménagement). À titre d'exemple, du 20 mai au 18 août 2004, nous avons observé 142 visites d'orignaux aux mares salines en bordure des routes et 110 en forêt. Soixante-huit pourcent des visites au bord des routes ont eu lieu durant

la nuit ou en période de pénombre (aube et crépuscule, respectivement ± 1 h de part et d'autre du lever et du coucher du soleil) comparativement à 49 % en forêt.

Pour vérifier l'efficacité de la clôture électrique et des passages à faune, des inventaires de pistes ont été réalisés hebdomadairement le long de la clôture et au passage à faune. Les résultats préliminaires suggèrent que la clôture électrique est efficace. La plupart des orignaux qui s'aventuraient près de la clôture retournaient en forêt, parfois après l'avoir longée sur une certaine distance. Nos relevés indiquent que seulement 16,1 % des orignaux qui se sont trouvés du côté de la route ont directement traversé la clôture électrique. En fait, il est probable que la plupart de ces individus se soient glissés aux endroits où il y a une interruption de la clôture, le long du lac Tourangeau ou à la croisée de certains chemins forestiers, par exemple. Les pistes d'au moins un orignal ont été observées dans le passage à faune lors de neuf relevés sur 23 (39 %), ce qui démontre qu'il était utilisé.



Un tronçon de clôture électrique de cinq kilomètres a été érigé le long d'un secteur particulièrement problématique (Km 175 à 180) dans la réserve faunique des Laurentides. L'efficacité de cette clôture est actuellement évaluée dans le cadre d'un projet de recherche.

Un second tronçon (10 km) sera clôturé au cours de l'automne 2004, sur la route 169 cette fois-ci. Des relevés de pistes ont aussi été effectués le long de ce tronçon et dans un site témoin de même longueur, durant les étés 2003 et 2004, et d'autres suivront en 2005, après la pose de la clôture pour en vérifier l'efficacité.

Conclusion

Plusieurs mesures de mitigation des accidents routiers avec la grande faune ont fait l'objet d'études approfondies au Québec et ailleurs au Canada, aux États-Unis et en Europe. Cependant, il existe d'importantes variations régionales et c'est pourquoi il s'avère important d'étudier le phénomène à une échelle régionale. Mais c'est surtout dans le contexte de l'élargissement de la route 175 dans la réserve des



Un passage à faune permet aux animaux de traverser en toute sécurité sous la route, le long de la clôture électrique.

Laurentides, projet dont les gouvernements fédéral et provincial ont récemment fait l'annonce, que le présent projet prend toute sa dimension. Il est probable que la quantité de déglacant utilisée en hiver et que le trafic routier et la vitesse des véhicules, augmenteront avec le nouvel aménagement de la route, ce qui pourrait aggraver la situation. De plus, outre la mortalité directe occasionnée par les collisions, les routes, de par leur nature même, ont des impacts sur le comportement des animaux qui devront éventuellement être considérés. Entre autres, la construction de cette route offrira la possibilité de mesurer les adaptations comportementales de la faune face à l'élargissement d'une route (fragmentation, bruit, etc.), sujets à propos desquels la littérature scientifique est souvent déficiente. ◀

Références

- ALLEN, R.E. and D.R. MCCULLOUGH, 1976. Deer-car accidents in Southern Michigan. *Journal of Wildlife Management*, 40 : 317-325.
- BÉDARD, J., M. CRÉTE and E. AUDY, 1978. Short-term influence of moose upon woody plants of an early seral wintering site in Gaspé peninsula, Quebec. *Canadian Journal of Forest Research*, 8: 407-415.
- BECHTOLD, J.-P., 1996. Chemical characterisation of natural mineral springs in Northern British Columbia, Canada. *Wildlife Society Bulletin*, 24: 649-654.
- BELOVSKY, G.E., 1981. Optimal activity times and habitat choice of moose. *Oecologia*, 48: 22-30.
- BELOVSKY, G.E. and P.A. JORDAN, 1981. Sodium dynamics and adaptations of a moose population. *Journal of Mammalogy*, 62: 613-621.
- BERTHOUD, G., 1987. Impact d'une route sur une population de chevreuils. In *Actes du colloque Routes et faune sauvage*, 5-7 juin 1985, Strasbourg, p. 167-169.
- BURSON III, S.L., J.L. BÉLANT, K.A. FORTIER and W.C. TOMKIEWICZ, 2000. The effect of vehicle traffic on wildlife in Denali National Park. *Arctic*, 53: 146-151.
- CHILD, K.N., 1998. Incidental mortality. In Franzmann, A.W. and C.C. Schwartz (Éd.); *Ecology and management of the North American moose*. Smithsonian Institution Press, Washington, DC, p. 275-301.

- CHILD, K.N., S.P. BARRY and D.A. AITKEN, 1991. Moose mortality on highways and railways in British Columbia. *Alces*, 27: 41-49.
- CONOVER, M.R., 1997. Monetary and intangible valuation of deer in the United States. *Wildlife Society Bulletin*, 25: 298-305.
- COUURIER, S., 1984. L'utilisation des salines par l'orignal et le cerf de Virginie dans la réserve faunique de Matane. Mémoire de maîtrise, Université Laval, 163 p.
- DE BELLEFEUILLE, S. et M. POULIN, 2003. Mesures de mitigation visant à réduire le nombre de collisions routières avec les cervidés – Revue de littérature et recommandations pour le Québec. Ministère des Transports du Québec, Service du soutien technique, Direction générale de Québec et de l'Est, 103 p.
- DEL FRATE, G.G. and T.H. SPRAKER, 1991. Moose vehicle interactions and an associated public awareness program on the Kenai Peninsula, Alaska. *Alces*, 27 : 1-7.
- DUSSAULT, C., 2002. Influence des contraintes environnementales sur la sélection de l'habitat de l'orignal (*Alces alces*). Thèse de Ph.D. Université Laval. Québec.
- DUSSAULT, C., J.-P. OUELLET, R. COURTOIS, J. HUOT, L. BRETON and J. LAROCHELLE, 2004. Behavioural responses of moose to thermal conditions in the boreal forest. *Ecoscience*, 11 : 321-328.
- DYER, S.J., J.P. O'NEILL, S.M. WASEL and S. BOUTIN, 2002. Quantifying barrier effects of roads and seismic lines on movements of female woodland caribou in North-Eastern Alberta. *Canadian Journal of Zoology*, 80: 839-845.
- FINDER, R.A., J.L. ROSEBERRY and A. WOOLF, 1999. Site and landscape conditions at white-tailed deer/vehicle collision locations in Illinois. *Landscape and Urban Planning*, 44: 77-85.
- FORMAN, R.T.T. and R.D. DEBLINGER, 2000. The ecological road-effect zone of a Massachusetts (USA) suburban highway. *Conservation Biology*, 14: 36-46.
- 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.
- GRENIER, P., 1974. Orignaux tués sur la route dans le parc des Laurentides, Québec, de 1962 à 1972. *Le Naturaliste canadien*, 101 : 737-754.
- GROOT BRUINDERINK, G.W.T.A. and E. HAZEBROEK, 1996. Ungulate traffic collisions in Europe. *Conservation Biology*, 4: 1059-1067.
- 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., 1985. Les mares saumâtres : leur rôle dans les accidents routiers impliquant des orignaux et essai d'un moyen pour les éliminer. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, 42 p.
- 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.
- JOYCE, T.L. and S.P. MAHONEY, 2001. Spatial and temporal distributions of moose-vehicle collisions in Newfoundland. *Wildlife Society Bulletin*, 29: 281-291.
- KELSALL, J.P. and K. SIMPSON, 1987. The impacts of highways on ungulates; a review and selected bibliography. Ministry of Environment and Parks, Kamloops, BC, 105 p.
- LAMONTAGNE, G. et D. JEAN, 1999. Plan de gestion de l'orignal 1999-2003. Société de la faune et des parcs du Québec, Direction de la faune et des habitats. 178 p.
- LAVSUND, S. and F. SANDEGREN, 1991. Moose-vehicle relations in Sweden : a review. *Alces*, 27 : 118-126.
- MCDONALD, M.G., 1991. Moose movement and mortality associated with the Glenn Highway expansion, Anchorage Alaska. *Alces*, 27 : 208-219.
- MODAFFERI, R.D., 1991. Train moose-kill in Alaska : characteristics and relationship with snowpack depth and moose distribution in lower Susitna valley. *Alces*, 27 : 193-207.
- OSENBURUG, S.M., E.W. MERCER and S.H. FERGUSON, 1991. Moose-vehicle collisions in Newfoundland – Management considerations for the 1990's. *Alces*, 27 : 220-225.
- POULIN, M., 1999. Les accidents de la circulation impliquant la grande faune sur le territoire de la Direction de Québec et à l'intérieur des limites de la réserve faunique des Laurentides. Ministère des Transports du Québec, 27 p. + annexes.
- PUTMAN, R.J., 1997. Deer and road traffic accidents : options for management. *Journal of Environmental Management*, 51 : 43-57.
- REA, R.V., 2003. Modifying roadside vegetation management practices to reduce vehicular collisions with moose *Alces alces*. *Wildlife Biology*, 9: 81-91.
- REILLEY, R.E. and H.E. GREEN, 1974. Deer mortality on a Michigan interstate highway. *Journal of Wildlife Management*, 38 : 16-19.
- RENECKER, L.A. and R.J. HUDSON, 1990. Behavioral and thermoregulatory responses of moose to high ambient temperatures and insect harassment in aspen-dominated forests. *Alces*, 26 : 66-72.
- ROMIN, L.A. and J.A. BISSONNETTE, 1996. Deer-vehicle collisions: Status of state monitoring activities and mitigation efforts. *Wildlife Society Bulletin*, 24:276-283.
- SEBBANE, A. et R. COURTOIS, 2000. Restructuration du système d'information de la grande faune. Société de la faune et des parcs du Québec, Direction de la recherche sur la faune, 36 p.
- SKOLVING, H., 1987. Traffic accidents with moose and roe deer in Sweden. Report of research, development and measures. *In Actes du colloque Routes et faune sauvage*, 5-7 juin 1985, Strasbourg, p. 317-24.
- 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, Service de la faune terrestre, 109 p.
- TUNKKARI, P.S., 1987. Moose and deer in traffic accidents in Finland: a review. p. 151-54 *In Actes du colloque Routes et faune sauvage*, 5-7 juin 1985, Strasbourg.
- YOST, A.C. and R.G. WRIGHT, 2001. Moose, caribou, and grizzly bear distribution in relation to road traffic in Denali National Park, Alaska. *Arctic*, 54: 41-48.

Teneurs en cadmium dans le foie et les reins d'ours noirs (*Ursus americanus*) en Abitibi-Témiscamingue

Marcel Paré, Hélène Jolicœur

Introduction

Depuis la parution du premier rapport sur l'empoisonnement humain au cadmium survenu au Japon en 1950, maladie appelée Itaï-Itaï par la suite, la toxicologie de ce métal lourd a été un domaine d'intérêt scientifique et public croissant. Cette plus grande attention coïncide avec une augmentation sensible de la production industrielle globale et de l'utilisation de produits contenant du cadmium (Outridge *et al.*, 1994). Les activités humaines entraîneraient, selon certaines estimations, une libération annuelle de cadmium dans l'atmosphère de trois à dix fois plus élevée (3 100 à 12 000 tonnes) que les sources naturelles. Les fonderies contribueraient pour 65 % à 85 % de ces émissions et la combustion des carburants fossiles, pour environ 6 % à 7 % (Yeats et Bewers, 1987; Nriagu et Pacyna, 1988 in Outridge *et al.*, 1994).

Depuis plus de 20 ans, les travaux sur la contamination de la faune par le cadmium ont porté davantage sur les espèces herbivores telles que le cerf de Virginie (*Odocoileus virginianus*), l'orignal (*Alces alces*) et le caribou (*Rangifer tarandus*; Crête *et al.*, 1989; Crête *et al.*, 1987; Outridge *et al.*, 1994; Glooschenko, 1986). Quelques dosages de cadmium ont aussi été réalisés sur le foie et les reins d'ours blancs (*Ursus maritimus*) en Norvège, au Danemark et dans l'Arctique canadien (Norheim *et al.*, 1992) ainsi que sur ceux d'ours noirs au Manitoba (Crinchton et Paquet, 2000).

La mise en garde du ministère des Richesses naturelles de l'Ontario, en 1985, conseillant aux citoyens de cette province d'éviter temporairement la consommation de foie et de reins d'originaux, avait mené à entreprendre une opération d'échantillonnage de ces tissus pour les cervidés au Québec. L'étude de Crête *et al.* (1986) recommandait aussi de ne pas consommer, pour le moment, le foie et les reins des cervidés vivant à l'état sauvage au Québec.

En 1986, Paré *et al.* (1994) avaient précisé les variations des teneurs de cadmium dans quelques organes internes des originaux en Abitibi-Témiscamingue. Les résultats démontraient que les concentrations de cadmium les plus

élevées au monde se trouvaient à proximité de la fonderie Horne, située à Rouyn-Noranda et appartenant à la compagnie Minéraux Noranda. La zone de contamination la plus sévère se situait à l'est du lieu d'émission dans un rayon approximatif de 40 km. Le cadmium est libéré dans l'atmosphère lors de la transformation du minerai pour en extraire du cuivre ou du zinc. Pour donner un ordre de grandeur, en 1995, la fonderie Horne a produit 213 000 tonnes de cuivre/zinc (Newhook *et al.*, 2003).



Figure 1. La Fonderie Horne en activité à Rouyn-Noranda

L'étude, dont nous présentons ici les résultats, avait pour objectif d'évaluer les teneurs de cadmium dans le foie et les reins d'ours noirs provenant du territoire situé à l'est de la fonderie Horne afin d'aviser, s'il y a lieu, les consommateurs potentiels de ces tissus, du risque pour la santé. En 1987, les résultats d'une enquête postale, effectuée auprès des chasseurs et des trappeurs d'ours, indiquaient que 44,1 % des chasseurs et 41,5 % des trappeurs interrogés récupéraient

Marcel Paré est biologiste à la Direction de l'aménagement de la faune de l'Abitibi-Témiscamingue, ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs. Hélène Jolicœur est biologiste à la Direction du développement de la faune, ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs.

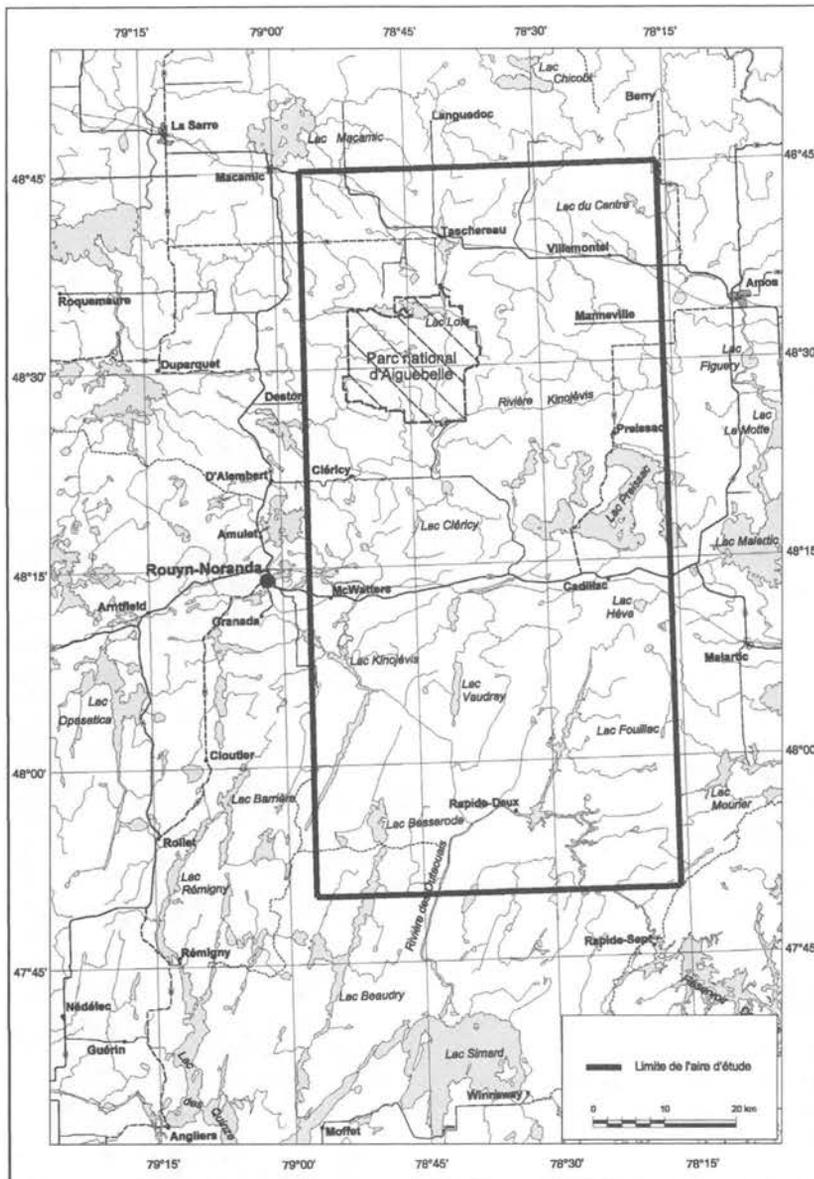


Figure 1. Localisation de l'aire d'étude en Abitibi-Témiscamingue

la viande d'ours pour leur propre consommation ou pour en faire des cadeaux (Sécoma, 1988). Les abats d'ours noir semblaient, de leur côté, être moins prisés par cette clientèle québécoise, mais pourraient l'être davantage par les Autochtones et les Européens, qui sont de plus en plus nombreux à venir chasser l'ours noir au Québec. La Fédération québécoise de la faune a récemment déployé des efforts pour valoriser l'utilisation de la viande et de quelques abats d'ours aux yeux des Québécois (FQF, 2003).

Aire d'étude

L'aire d'étude occupe une superficie d'environ 6 000 km² et est située à l'est de la ville de Rouyn-Noranda (figure 1). Elle se trouve au sein de la ceinture argileuse de l'Abitibi, une région naturelle caractérisée par d'épais dépôts argileux. Quelques massifs de collines d'origine volcanique apparaissent ici et là, à une altitude moyenne de 300 m

(MLCP, 1983). La forêt y est caractéristique de la sapinière à bouleau blanc (*Betula papyrifera*), c'est-à-dire une forêt mixte avec présence de trembles (*Populus sp.*) accompagnés du sapin baumier (*Abies balsamea*) et, fréquemment, de l'épinette blanche (*Picea glauca*) et de l'épinette noire (*Picea mariana*). Le secteur d'étude est entièrement compris à l'intérieur du secteur 4, délimité lors de l'étude de la variation du cadmium dans des tissus d'originaux de l'Abitibi-Témiscamingue (Paré *et al.*, 1994). La fonderie Horne exploite son entreprise depuis 1927.

Matériel et méthodes

Les échantillons de foie et de reins proviennent tous d'ours abattus lors de la saison de chasse printanière 1991. Les ours ont été pesés entiers et les prémolaires ont été extraites pour la détermination de l'âge. La lecture des anneaux de ciment a été faite après le meulage et le rôtissage d'une section de dent (Ouellet et Sarrazin, 1978). Le site d'abattage des ours a été noté à un kilomètre près. Lors de l'éviscération du gibier, pratiquée peu de temps après l'abattage, un échantillon d'environ 200 g de foie et un rein complet ont été prélevés. Ces tissus ont été identifiés, placés dans des sacs de plastique et congelés.

Les analyses de laboratoire ont été réalisées par le Service de l'environnement de la compagnie Minéraux Noranda. La méthode de préparation et d'analyse a été identique à celle utilisée pour les tissus d'originaux en 1986 (Paré *et al.*, 1994). Des échantillons de référence du National Bureau of Standards (NBS) ont été utilisés pour vérifier la précision des analyses.

Les analyses statistiques des résultats ont été réalisées à l'aide du progiciel SAS (Sas Institute, 1987). Les concentrations de cadmium dans la foie et les reins, exprimées par rapport au poids sec, ont été mises en relation avec l'âge et le sexe des ours, ainsi qu'avec la distance en kilomètres séparant les sites d'abattage de la fonderie Horne. Les niveaux de cadmium dans les tissus d'ours noirs ont été préalablement transformés en log₁₀ pour minimiser les variances (Norstrom *et al.*, 1986 in Crête *et al.*, 1986). L'analyse de covariance a été utilisée pour estimer le degré de signification des trois facteurs et leur interaction, à l'aide de la procédure GLM de SAS (1987). La méthode des moindres carrés a été ainsi mise à profit pour ajuster le modèle général linéaire. Lorsqu'une interaction ne s'avérait pas significative ($P > 0,05$), elle était exclue du modèle. Nous avons comparé les valeurs moyennes de cadmium dans les deux tissus, l'âge des spécimens récoltés et la masse corporelle, entre les sexes, à l'aide du test de *t* de Student (Scherrer, 1984). Le niveau de probabilité, utilisé pour tous les tests statistiques, a été de $\alpha = 0,05$.

Résultats

Les échantillons de foie et de reins ont été recueillis sur 38 ours noirs: 15 femelles et 23 mâles. Les lieux d'abattage se sont avérés bien répartis dans l'ensemble de l'aire d'étude et étaient distants en moyenne de $39,4 \text{ km} \pm 2,1$ de la fonderie (min = 12,5; max = 68,8). L'âge moyen des spécimens récoltés a été de $7,5 \text{ ans} \pm 0,5$. Les femelles sont significativement plus âgées ($8,8 \text{ ans} \pm 0,9$) que les mâles ($6,6 \text{ ans} \pm 0,5$; $t = 2,27$, $P \leq 0,05$; tableau 1). La masse corporelle moyenne des ours étudiés a été de $75,7 \text{ kg} \pm 4,2$ et est considérée normale compte tenu de leur âge et de leur sexe (Lessard *et al.*, 2002). Il n'y a pas de différence significative entre le poids moyen des mâles et celui des femelles ($t = 0,91$; $P \leq 0,05$; tableau 1).

Tableau 1. Âge et poids moyens des ours noirs prélevés à la chasse printanière dans l'aire d'étude

Variable	Sexe	n	Moyenne \pm ES
Âge (ans)	Mâle	23	$6,6 \pm 0,5$
	Femelle	15	$8,8 \pm 0,9$
	Total	38	$7,5 \pm 0,5$
Poids (kg)	Mâle	22	$78,9 \pm 6,5$
	Femelle	15	$71,0 \pm 4,4$
	Total	37	$75,7 \pm 4,2$

Tableau 2. Concentrations moyennes de cadmium ($\mu\text{g g}^{-1}$ de poids sec) dans le foie et les reins d'ours noirs prélevés dans l'aire d'étude

Variable	Sexe	n	Moyenne \pm ES
Foie	Mâle	23	$15,8 \pm 2,1$
	Femelle	15	$32,9 \pm 5,6$
	Total	38	$22,6 \pm 2,8$
Reins	Mâle	23	$231,7 \pm 18,3$
	Femelle	15	$360,5 \pm 35,7$
	Total	38	$282,6 \pm 20,4$

Tableau 3. Relation entre la concentration moyenne de cadmium ($\mu\text{g g}^{-1}$ de poids sec) dans le foie d'ours noirs prélevés dans l'aire d'étude, les caractéristiques d'âge et de sexe des ours ainsi que la distance séparant le site d'abattage de la fonderie Horne

Effet	Degré de liberté	r^2	Valeur de F	Probabilité
Âge	1	0,50	11,16	0,002
Sexe	1	0,36	8,07	0,008
Distance	1	0,030	0,68	0,416
Âge * Sexe	1	0,229	5,13	0,031
Âge * Distance	1	0,203	4,53	0,042
Distance * Sexe	1	0,217	4,86	0,035
Âge * Distance * Sexe	1	0,146	3,26	0,081
Erreur	30	1,345		

* = interaction entre les variables

La concentration moyenne de cadmium dans le foie d'ours noir a été de $22,6 \mu\text{g g}^{-1} \pm 2,8$ et, dans les reins, elle a été de $282,6 \mu\text{g g}^{-1} \pm 20,4$ (tableau 1). Pour les deux tissus, la concentration moyenne de cadmium a été significativement différente entre les sexes (foie : $t = 3,30$, $P \leq 0,005$; reins : $t = 3,53$, $P \leq 0,001$). Les femelles présentaient des teneurs en cadmium de 1,5 à 2,0 fois plus élevées que celles des mâles (tableau 2).

De façon globale, les teneurs de cadmium dans le foie et les reins de l'ours noir ont été influencées par l'âge, le sexe de l'animal, l'interaction entre ces deux facteurs ainsi que par la distance séparant la fonderie du site de capture (tableaux 3 et 4). Pour le foie, les taux de cadmium varient étroitement avec l'âge ($P = 0,002$; tableau 3), le sexe des ours ($P = 0,008$) et avec la combinaison de ces deux paramètres ($P = 0,031$). Bien que la distance séparant la fonderie du site de capture, prise de façon brute, ne soit pas en rapport direct avec les taux de cadmium mesurés ($P = 0,4164$), la relation entre les deux facteurs se précise mieux lorsqu'on entre dans le modèle, soit l'âge ($P = 0,042$) ou le sexe des ours ($P = 0,035$) et, de façon moindre, ces deux facteurs combinés ($P = 0,081$; tableau 3).

Pour les reins, la relation entre la concentration en cadmium et l'âge n'est pas significative ($P = 0,163$; tableau 4) mais elle l'est pour le sexe ($P = 0,026$). La prise en considération de l'âge et du sexe des ours expliquent davantage le degré de contamination des ours ($P = 0,058$). Comme pour le foie, la distance séparant la fonderie et les sites d'abattage n'apporte pas, à elle seule ($P = 0,529$) ou combinée avec l'âge des ours ($P = 0,863$), d'explication significative sur les taux de contamination, mais elle y arrive lorsqu'on ventile les données en fonction du sexe ($P = 0,031$) ou lorsqu'on fait intervenir à la fois l'âge et le sexe ($P = 0,050$; tableau 4).

Discussion

L'aire d'étude est probablement l'un des secteurs les plus contaminés en cadmium que l'on ait échantillonné jusqu'à maintenant, et ce, autant pour l'ours noir que pour l'original. En effet, c'est dans ce même secteur que Paré *et al.* (1994) avaient trouvé le taux de contamination en cadmium le plus fort chez cet herbivore. Les concentrations mesurées dans les tissus d'original étaient alors considérées comme les plus élevées pour la faune sauvage (Paré *et al.*, 1994).

Tableau 4 : Relation entre la concentration moyenne de cadmium ($\mu\text{g g}^{-1}$ de poids sec) dans les reins d'ours noirs prélevés dans l'aire d'étude, les caractéristiques d'âge et de sexe des ours ainsi que la distance séparant le site d'abattage de la fonderie Horne

Effet	Degré de liberté	r^2	Valeur de F	Probabilité
Âge	1	0,056	2,05	0,163
Sexe	1	0,150	5,45	0,026
Distance	1	0,011	0,41	0,529
Âge * Sexe	1	0,107	3,89	0,058
Âge * Distance	1	0,001	0,03	0,863
Distance * Sexe	1	0,140	5,10	0,031
Âge * Distance * Sexe	1	0,114	4,15	0,050
Erreur	30	0,826		

* = interaction entre les variables

En ce qui concerne les ursidés, les valeurs moyennes trouvées dans la région de l'Abitibi-Témiscamingue sont 15 fois supérieures à celles dosées au Manitoba dans les reins et huit fois supérieures pour le foie, si on ne tient pas compte de l'âge et du sexe. Dans cette province, les teneurs mesurées chez l'ours noir (exprimées en poids sec) ont été, au cours de la période 1986-1989, de $2,92 \mu\text{g g}^{-1} \pm 2,26$ (min = 0,10; max = 8,20) dans le foie et de $18,89 \mu\text{g g}^{-1} \pm 11,49$ (min = 0,30; max = 26,0) dans les reins (Crichton et Paquet, 2000). Chez l'ours blanc, les concentrations publiées sont très nettement inférieures à celles qui ont été trouvées en Abitibi-Témiscamingue. Les 19 spécimens provenant du Groënland présentaient des valeurs de 2,16 à $73,0 \mu\text{g g}^{-1}$ de poids sec dans le foie et les reins (Dietz, 1987 in Norheim *et al.*, 1992). Ces résultats ne diffèrent pas beaucoup de ceux de la Norvège (Outridge *et al.*, 1994). Dans l'Arctique canadien, la teneur en cadmium dans le foie d'ours blanc variait, de son côté, de 0,6 à $2,3 \mu\text{g g}^{-1}$.

Les valeurs de cadmium trouvées dans les organes d'ours noir sont plus élevées que pour l'orignal, particulièrement dans les reins (tableau 5). Les chercheurs du Manitoba ont également fait cette constatation. Les valeurs mesurées chez cette espèce étaient les plus hautes parmi les sept espèces étudiées, dont l'orignal (Crichton et Paquet, 2000). Dans notre étude, ce résultat peut cependant être attribuable à l'âge des animaux échantillonnés, les ours étant, de façon significative, plus vieux en moyenne que les orignaux (âge :

$t = 8,53$; $P \leq 0,001$). Cette différence d'âge, quant à elle, peut s'expliquer par des taux d'exploitation par la chasse historiquement moins élevés chez l'ours que chez l'orignal. Les adaptations de la physiologie des reins et du foie en regard de l'hibernation pourraient être impliquées aussi dans ce phénomène (Crichton et Paquet, 2000).

La concentration en cadmium a été significativement plus importante chez les femelles que chez les mâles, observation également faite au Manitoba par Crichton et Paquet (2000). La moyenne d'âge plus élevée des femelles et leur relative sédentarité contribueraient vraisemblablement à cette accumulation. Les auteurs de différentes études sur les ours noirs s'entendent,

depuis longtemps, sur le fait que la taille du domaine vital des femelles adultes est trois à quatre fois moindre que celle des mâles (Erickson *et al.*, 1964; Jonkel et Cowan, 1971; Poelker et Hartwell, 1973; Amstrup et Beecham, 1976; Alt *et al.*, 1977; Young et Ruff, 1982). Au Québec, les domaines vitaux moyens annuels des femelles adultes, mesurés par le biais d'études télémétriques, ont été de 10-12 km² au parc national de Forillon (Leblanc, 2000), de 21 km² à la réserve faunique de La Vérendrye en 1981 (Lachapelle, 1981), de 47 km² au parc de conservation de la Gaspésie (Boileau, 1993), de 49 km² dans un secteur d'étude situé au sud de la réserve faunique de La Vérendrye et au centre de la Zec Pontiac (Jolicoeur *et al.*, 2004) et de 68 km² (47 km² en 1991 et 98 km² en 1992) au parc national de la Mauricie (Samson et Huot, 1994). Pour les mâles, seuls Samson et Huot (1994) rapportent des valeurs pour le Québec. Le domaine vital des mâles a été de 429 km² (min = 116,1; max = 1 146,8). Outre le suivi d'ours à partir de colliers émetteurs, la pose d'étiquettes à l'oreille dans le cadre de projets ponctuels (étude de capture-recapture pour l'évaluation de la densité, relocalisation d'ours importuns) peut apporter des renseignements sur les déplacements des ours et venir renforcer l'idée que la superficie du domaine vital de l'ours noir est restreinte, du moins pour les femelles. Par exemple, sur 21 ours marqués avec des étiquettes à l'oreille dans le secteur d'étude en 1987, quatre spécimens (deux mâles et deux femelles de 3,5 ans et plus) ont été prélevés par la chasse, à moins de 8 km du site de marquage pour trois d'entre eux, et à 73 km pour un autre. Ailleurs, en Mauricie, une femelle âgée de 3 ans, capturée et marquée en 1990 dans la réserve faunique de Saint-Maurice, a été tuée 14 ans plus tard, en 2004, exactement à son point de capture.

Le régime alimentaire de l'ours noir au printemps pourrait aussi faciliter l'accumulation du cadmium dans certains organes. Les principales sources de nourriture pour l'ours noir, à la sortie de la tanière, sont les bourgeons et les jeunes feuilles de

Tableau 5. Concentrations moyennes de cadmium ($\mu\text{g g}^{-1}$ de poids sec) dans le foie et les reins d'ours noirs et d'orignaux prélevés dans l'aire d'étude

Variable	Espèce	n	Moyenne \pm ES
Foie	Ours noir	38	$22,6 \pm 2,8$
	Orignal	71	$16,9 \pm 1,7$
Reins	Ours noir	38	$282,6 \pm 20,4$
	Orignal	58	$102,5 \pm 11,7$

tremble (*Populus sp.*; figures 2, 3 et 4) et, à un degré moindre, de bouleau (*Betula sp.*), d'érable (*Acer sp.*) et de saule (*Salix sp.*), ainsi que les fleurs de pissenlit (*Taraxacum officinale*; figure 5) et le trèfle (*Trifolium sp.*; Fréchette, 1992). D'après l'étude de Samson et Huot (1994), le tremble (*Populus sp.*), espèce très présente en Abitibi-Témiscamingue, constituait 25 % des éléments observés dans l'alimentation printanière des ours, les autres sources de nourriture importantes étaient les graminoides (17 %) et les herbacées (36 %). Or, des études ont démontré que les teneurs de cadmium dans le tremble étaient relativement élevées par rapport à d'autres essences feuillues (Glooschenko, 1986). Ce contaminant est, soit absorbé de façon systémique par les racines et concentré au niveau du feuillage (Gingas *et al.*, 1988 *in* Crinchtion et Paquet, 2000), soit déposé sous forme de poussières contaminées sur le feuillage (Crête *et al.*, 1989; Sileo et Beyer, 1985



Figure 2. Au printemps, les ours affectionnent, les bourgeons et les jeunes feuilles de certaines espèces d'arbres comme le tremble et, de façon moindre, le bouleau. Le tremble est connu pour concentrer le cadmium dans ses feuilles.



Figure 3. Les ours circulent beaucoup sur les petits chemins forestiers au printemps lors de l'émergence des feuilles de tremble. Ils empoignent les jeunes tiges et les ramènent vers eux pour manger les feuilles tendres. Beaucoup de tiges se cassent alors ou ne se redressent plus après le passage des ours.

in Crinchtion et Paquet, 2000). Le saule contiendrait aussi des concentrations élevées de cadmium, de l'ordre de 22,4 $\mu\text{g g}^{-1}$ (Crinchtion et Paquet, 2000).



Figure 4. Route forestière devenue impraticable après le passage d'un ours particulièrement friand des feuilles de tremble

Conclusion

La proximité de la fonderie Horne explique, en bonne partie, les fortes teneurs de cadmium dans le foie et les reins des ours et des orignaux. Ailleurs, il a été prouvé que la déposition de cadmium décroissait exponentiellement au fur et à mesure qu'on s'éloignait d'une fonderie (Nriagu, 1980; Glooschenko, 1986). Aussi, dans d'autres études, des liens hautement significatifs ont été établis entre le taux de déposition de cadmium, la direction ainsi que la vitesse des vents (Nriagu, 1980). Notre secteur d'étude, un des plus contaminés parmi ceux qui ont été inventoriés par Paré *et al.* (1994), se situe justement sous les vents dominants. Les travaux de Paquet (1987) concluaient également que la zone d'influence de l'usine se trouvait à l'intérieur d'un rayon de 40 km des installations de smeltage. À part les émissions directes de la fonderie Horne, d'autres facteurs, tels la présence de parcs à résidus miniers à l'intérieur de l'aire d'étude, la nature des espèces végétales présentes, la minéralisation naturelle des divers habitats, la mobilisation du cadmium par les dépôts acides, le pouvoir tampon des sols et le transport à grande distance de particules de cadmium provenant d'autres usines (Outridge *et al.*, 1994), peuvent aussi influencer la concentration de ce métal dans l'environnement. La fonderie Horne a, depuis quelques années, contribué à réduire de



FRED ALON, MUCP

Figure 5. Les parterres de pissenlit comme celui-ci sont appréciés par l'ours au printemps.

façon importante ses émissions de divers minéraux, dont le cadmium, et de soufre dans l'atmosphère en installant des filtres anti-pollution. Des vérifications, effectuées en 1995 et en 2001 sur quelques faons orignaux abattus à la chasse, semblent démontrer que la contamination n'a pas diminué à la suite de ces changements.

Chez l'humain, le cadmium absorbé provient de deux sources principales : le tabac et l'alimentation. Les doses quotidiennes de cadmium absorbées quotidiennement, ou qui devraient l'être normalement dans l'alimentation humaine, sont difficiles à déterminer (Crête et Benedetti, 1990). Dès l'obtention des premiers résultats de cette étude, la Régie régionale de la Santé et des Services sociaux, pour ne pas prendre de risques, a émis un communiqué régional recommandant de ne pas consommer le foie et les reins de l'ours noir, ni ceux des cervidés. Cet avis public est depuis renouvelé chaque année. Les effets du cadmium sur l'organisme des ours sont tout aussi difficiles à préciser. Nous croyons cependant que les concentrations de cadmium, aux niveaux observés dans cette étude, ne devraient pas créer de lésions



PIERRE BERNIER, MUCP

dans les structures rénales de l'animal, mais il serait intéressant de le vérifier. Chez l'orignal, en 1986, pour des teneurs similaires, nous n'avions identifié aucune lésion associée au cadmium (Paré *et al.*, 1994).

Remerciements

Cette étude a été rendue possible grâce à la participation d'Yvon Binette, pourvoyeur de chasse à l'ours, qui a prélevé les échantillons de tissus et à celle de Claude Brassard, technicien de la faune à la Direction de l'aménagement de la faune de l'Abitibi-Témiscamingue, qui a supervisé cette opération et a réalisé les compilations consécutives aux analyses de laboratoire. Merci à Jean Berthiaume, de la Direction de l'expertise professionnelle et technique du ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs, pour sa contribution cartographique et à Louiselle Beaulieu, de la Direction du développement de la faune, de ce même ministère, pour la révision du texte. ◀

Références bibliographiques

- ALT, G.L. 1977. Home range, annual activity patterns, and movements of black bears in Northeastern Pennsylvania. Ms Thesis. Pennsylvania State Univ., University Park. 67 p.
- AMSTRUP, S. and J.J. BEECHAM. 1976. Activity patterns of radio-collared black bears in Idaho. *J. Wildl. Manage.* 40: 340-348.
- BOILEAU, F. 1993. Utilisation de l'habitat par l'ours noir (*Ursus americanus*) dans le parc de conservation de la Gaspésie. Thèse de maîtrise, Université Laval, Québec. 54 p.
- CRÊTE, M. et J.-L. BENEDETTI. 1990. Contamination de la Grande faune québécoise par les métaux lourds et les radio-éléments. *Bulletin d'information en santé environnementale*. Vol. 5.
- CRÊTE, M., R. NAULT, P. WALSH, J.-L. BENEDETTI, M.-A. LEFEBVRE, J.-P. WEBER and J. GAGNON. 1989. Variation in cadmium content of caribou tissues from northern Quebec, Canada. *Sci. Total Environ.*, 80: 103-112.
- CRÊTE, M., F. POTVIN, P. WALSH, J.-L. BENEDETTI, M.-A. LEFEBVRE, J.-P. WEBER, G. PAILLARD and J. GAGNON. 1987. Pattern of cadmium contamination in the liver and kidneys of moose and white-tailed deer in Québec. *Sci. Total Environ.*, 66: 45-53.
- CRÊTE, M., F. POTVIN, P. WALSH, J.-L. BENEDETTI, J.-P. WEBER, G. PAILLARD et J. GAGNON. 1986. Présence de cadmium dans le foie et les reins d'orignaux et de cerfs de Virginie au Québec. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Direction générale de la faune. 49 p.



PIERRE BERNIER, MUCP

- CRINCHTON, V. and P.C. PAQUET. 2000. Cadmium in Manitoba's Wildlife. *Alces*, 36: 205-216.
- ERICKSON, A.W., J. NELLOR and G.A. PETRIDES. 1964. The black bear in Michigan. *Michigan State Univ. Agric. Exp. Stn. Res. Bull.*, 4. 102 p.
- FÉDÉRATION QUÉBÉCOISE DE LA FAUNE. 2003. Ours noir, Vin rouge. Un mélange audacieux... et savoureux. FQF, 46 p.
- FRÉCHETTE, S. 1992. Analyse des possibilités d'application des données de l'inventaire écologique à l'évaluation de la qualité de l'habitat de l'ours noir dans la région de l'Outaouais. Thèse de maîtrise, Département de biologie, Faculté des sciences et de génie, Université Laval. 180 p.
- GINGAS, V.M., J.D. SYNDOR and T.C. WEIDENSAUL. 1988. Effects of simulated acid rain on cadmium mobilization in soils and subsequent uptake and accumulation in poplar and sunflower. *J. Am. Soc. Horticultural Sci.*, 113: 258-261.
- GLOOSCHENKO, V. 1986. A literature review of cadmium environmental distribution and uptake by wildlife. Ontario, Ministry of Natural resources. Toronto. 160 p.
- JOLICOEUR, H., F. GOUDREAU and M. CRÉTE. 2004. Évaluation de la qualité relative de deux habitats pour l'ours noir en Outaouais à partir de caractéristiques liées à l'alimentation et à l'hibernation. Ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs, Direction du développement de la faune, Direction de l'aménagement de la faune de l'Outaouais. 79 p.
- JONKEL, C.J. and I.M.C. T. COWAN. 1971. The black bear in the spruce-fir forest. *Wildl. Monogr.* N° 27. 57 p.
- LACHAPPELLE, A. 1981. Étude de la prédation de l'ours noir sur l'original. Rapport d'étape. Québec, Ministère du Loisir de la Chasse et de la Pêche, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Direction régionale de l'Abitibi-Témiscamingue. 24 p.
- LEBLANC, N. 2000. Écologie de l'ours noir (*Ursus americanus*) au parc national de Forillon. Département de Biologie, Faculté des Sciences et de Génie, Université Laval et Service de la conservation des écosystèmes, Parcs Canada. 115 p.
- Lessard, M.-È., H. Jolicoeur, R. Berthiaume et C. Racine. 2002. Poids, pelage et mensurations d'ours noir au Québec. Société de la Faune et des Parcs du Québec, Direction du développement de la faune. 48 p.
- MINISTÈRE DU LOISIR, DE LA CHASSE ET DE LA PÊCHE. 1983. Les parcs québécois. Chapitre 7 : Les régions naturelles. MLCP, Direction générale du plein air et des parcs. 257 p.
- NEWHOOK, R., H. HIRTLE, K. BYRNE and M.E. MEEK. 2003. Releases from copper smelters and refineries and zinc plants in Canada: human health exposure and risk characterization. *Sci. Total Environ.* 301: 23-41.
- NORHEIM, G., J.V. SHKAARE and O. WIIG. 1992. Some heavy metals, essential elements, and chlorinated hydrocarbon in polar bear (*Ursus maritimus*) at Svalbard. *Environ. Pollut.*, 77: 51-57.
- NORSTROM, R.J., R.E. SCHWEINSBERG and B.T. COLLINS. 1986. Heavy metals and essential elements in liver of polar bears (*Ursus maritimus*) in the Canadian Arctic. *Sci. Total Environ.*, 48: 195-212.
- NRIAGU, J.O., 1980. Cadmium in the atmosphere and precipitation in J. O. Nriagu (éd.). *Cadmium in the environment*. Wiley, New York, 608 p.
- NRIAGU, J.O. and J.M. PACYNA. 1988. Quantitative assessment of worldwide contamination of air, water and soils by traces metals. *Nature*, 333: 134-139.
- OUELLET, R. et R. SARRAZIN. 1978. Une nouvelle méthode de préparation des dents de l'ours noir en vue de la détermination de l'âge. Ministère du Loisir, de la Chasse et de Pêche, Direction de la recherche faunique. 6 p.
- OUTRIDGE, P.M., P.P. MACDONALD, E. PORTER and I.D. CUTHBERT. 1994. An evaluation of the ecological hazards associated with cadmium in the Canadian environment. *Environ. Rev.*, 2: 91-107.
- PAQUET, A. 1987. Influence des contaminants aéroportés sur la planification et l'interprétation des travaux de prospection géochimique, région de Rouyn-Noranda. Ministère de l'Énergie et des Ressources, Service de la géochimie et de la géophysique. 83 p.
- PARÉ, M., R. PRAIRIE et M. SPEYER. 1994. Variations des teneurs en cadmium dans des tissus d'originaux de l'Abitibi-Témiscamingue. Ministère de l'Environnement et de la Faune. Direction régionale de l'Abitibi-Témiscamingue. 49 p.
- POELKER, R.J. and H. D. Hartwell. 1973. Black bear of Washington. *Washington State Game Dept. Biol. Bull.* 14. 180 p.
- SAMSON, C. et J. HUOT. 1994. Écologie et dynamique de la population d'ours noirs (*Ursus americanus*) du parc national de la Mauricie. Parcs Canada, Université Laval. 214 p.
- SAS INSTITUTE. 1987. *Sas/stat guide for personnel computers version 6 edition*. Sas Institute inc. Cary, NC, USA. 1 028 p.
- SCHERRER, B. 1984. *Biostatistique*. Gaëtan Morin éditeur, 850 p.
- SÉCOMA. 1988. L'ours noir. Sondage auprès des clientèles actuelle et potentielle. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Direction de la gestion des espèces et des habitats, Service de l'analyse et de la recherche socio-économique. 45 p.
- SILEO, L. and W.N. BEYER. 1985. Heavy metals in white-tailed deer living near a zinc smelter in Pennsylvania. *J. Wildl. Disease* 21: 289-296.
- YEATS, P.A. and J.M. BEWERS. 1987. Evidence for anthropogenic modification of global transport of cadmium. In J.O. Nriagu et J.B. Sprague (éds.), *Cadmium in the aquatic environment*. Wiley-Interscience, Toronto, p. 19-34.
- YOUNG, B.F. and R.L. RUFF. 1982. Population dynamics and movements of black bears in east central Alberta. *J. Wildl. Manage.*, 46: 845-860.

Les stratégies de reproduction chez les femelles de la chèvre de montagne (*Oreamnos americanus*)

Steeve D. Côté et Marco Festa-Bianchet

Introduction

La chèvre de montagne (*Oreamnos americanus*) est un des grands mammifères les moins étudiés d'Amérique du Nord. La dynamique des populations de chèvres de montagne et les facteurs qui déterminent la variation du succès reproducteur individuel des femelles et leur contribution au recrutement de la population sont mal connus (Côté et Festa-Bianchet, 2003). En Alberta, la chasse à la chèvre de montagne a été interrompue en 1987 après plusieurs années d'un déclin des populations malgré des modalités de chasse conservatrices (Smith, 1988) et des préoccupations relatives aux effets de la chasse manifestées par des gestionnaires d'autres juridictions au Canada. Les raisons du déclin généralisé des populations de chèvres en Alberta étaient alors inconnues, car à ce moment, on connaissait très peu l'écologie de cette espèce. L'étude à long terme de Caw Ridge a été mise en œuvre dans le but de mieux comprendre les patrons de reproduction et de survie des chèvres de montagne afin de pouvoir expliquer la diminution des populations de chèvres en Alberta. Nous avons opté pour une étude longitudinale où les animaux sont marqués en jeune âge et suivis durant toute leur vie afin de déterminer les patrons de reproduction et de survie de la progéniture pour chaque classe d'âge des femelles. Bien comprendre les facteurs déterminant la probabilité de reproduction individuelle en fonction de l'âge et sa variabilité entre femelles est essentiel pour assurer la conservation des populations, particulièrement celles qui sont chassées (Gaillard *et al.*, 2000; Côté et Festa-Bianchet, 2003).

La théorie évolutive des stratégies de reproduction prédit que l'effort de reproduction devrait augmenter avec l'âge à mesure que la valeur reproductive résiduelle diminue (Stearns, 1992). Suivant cette prédiction, une corrélation positive entre l'âge et le succès reproducteur a été obtenue chez plusieurs espèces d'ongulés (cerf élaphe *Cervus elaphus*: Clutton-Brock *et al.*, 1982; cerf de Virginie *Odocoileus virginianus*: Ozoga et Verme, 1986; mouflon d'Amérique *Ovis canadensis*: Festa-Bianchet, 1988; orignal *Alces alces*: Sand, 1996), jusqu'à la sénescence reproductive (Clutton-Brock, 1984; Bérubé *et al.*, 1999).

Une autre composante importante qui affecte la variabilité du succès reproducteur individuel est la survie juvénile (Clutton-Brock, 1988). Plusieurs facteurs peuvent affecter la survie des jeunes ongulés. Par exemple, les caractéristiques maternelles telles que l'âge et la masse corporelle peuvent influencer la capacité d'investissement maternel et,



Jeune femelle de deux ans au printemps

éventuellement, la survie des jeunes (Clutton-Brock *et al.*, 1985; Gomendio *et al.*, 1990; Weladji *et al.*, 2003). De nombreuses études ont montré que la survie des jeunes augmentait avec l'expérience de la mère (Clutton-Brock *et al.*, 1982; Ozoga et Verme, 1986; Byers, 1997). Étant donné que l'effort reproducteur devrait augmenter avec l'âge (Stearns, 1992), les femelles pourraient apporter davantage de soins maternels en vieillissant et protéger plus efficacement leur progéniture et, ainsi, augmenter leur contribution au recrutement de la population. De façon similaire, les femelles plus âgées ou celles qui ont une masse corporelle élevée pourraient avoir une plus grande capacité d'investissement maternel, augmentant ainsi la probabilité de survie de leurs jeunes (Clutton-Brock, 1984; Wauters *et al.*, 1995). Nous avons donc voulu vérifier si l'âge des femelles affectait, dans un premier temps, leur production de jeunes annuellement ainsi qu'au cours de toute leur vie et, dans un deuxième temps, la survie de leur progéniture. Nous nous sommes aussi intéressés aux effets de la masse de la mère sur la survie des chevreaux ainsi qu'aux causes de mortalité des chevreaux.

Steeve Côté est professeur au département de biologie de l'Université Laval et chercheur du Centre d'études nordiques. Marco Festa-Bianchet est professeur de biologie à l'Université de Sherbrooke et président du Comité sur la situation des espèces en péril au Canada.

Méthodes

Aire d'étude et population

L'aire d'étude se situe à Caw Ridge (54° N, 119° W) dans le centre-ouest de l'Alberta. La région utilisée par les chèvres de montagne est un complexe montagneux séparé de la chaîne principale des montagnes Rocheuses par une bande de forêt de conifères variant de 10 à 30 km de largeur. Les chèvres utilisent approximativement 28 km² d'habitats subalpins et alpins entre 1 750 et 2 170 m en altitude. La limite des arbres se situe autour de 1 900 m.

Le site est également habité par une population de mouflons d'Amérique et est situé sur la route de migration d'un troupeau de caribous (*Rangifer tarandus*). Le wapiti (*C. elaphus*), l'original, le cerf de Virginie et le cerf muet (*Odocoileus hemionus*) sont aussi présents, particulièrement dans les régions boisées. Les principaux prédateurs sont le loup (*Canis lupus*), l'ours grizzly (*Ursus arctos*) et le couguar (*Puma concolor*) (Festa-Bianchet *et al.*, 1994; Côté et Beau-doin, 1997; Côté *et al.*, 1997).

La chèvre de montagne n'est plus chassée à Caw Ridge depuis 1969. La population a varié de 76 à 159 individus depuis le début de l'étude en 1988 (figure 1). Un programme de capture a été instauré en 1988 et le dernier recensement (août 2004) indique 148 individus dans la population dont 79 % sont marqués (98 % des individus d'un an et plus) et individuellement reconnaissables (tableau 1).

Captures et marquage

Les chèvres sont capturées à l'aide de huit trappes de bois de type Stephenson, contrôlées à distance (Côté *et al.*, 1998a). Des blocs de sel sont placés à l'intérieur des trappes pour attirer les animaux. La saison de capture s'échelonne habituellement du 30 mai au 20 septembre. Les chevreaux et les femelles suitées ne sont jamais capturés pour diminuer les risques d'abandon (Côté *et al.*, 1998a). Depuis 1988, nous avons fait plus de 575 captures de chèvres à Caw Ridge. À cause de leur nature agressive et de leurs cornes très dangereuses

(Côté, 2000), les chèvres doivent être immobilisées durant les manipulations. Elles sont droguées à l'aide d'une injection intra-musculaire de xylazine, contrée plus tard par une injection d'antidote (Haviernick *et al.*, 1998). Les chevreaux et la plupart des individus d'un an ne sont pas drogués. Les animaux sont habituellement immobilisés durant 20 à 40 minutes. Nous mesurons et pesons les animaux capturés et en déterminons l'âge à l'aide des anneaux de croissance annuels visibles sur les cornes (Côté *et al.*, 1998b). Cette technique permet de déterminer l'âge de façon fiable jusqu'à 7 ans. Les femelles de 2 ans et plus sont marquées à l'aide de colliers visuels de couleurs et de symboles différents. Chaque collier est unique et permet de reconnaître la femelle. Les autres classes de sexe-âge reçoivent des étiquettes de plastique de différentes couleurs qui sont attachées aux oreilles. Soixante-huit colliers émetteurs pourvus de détecteurs de mortalité ont aussi été installés depuis le début de l'étude.

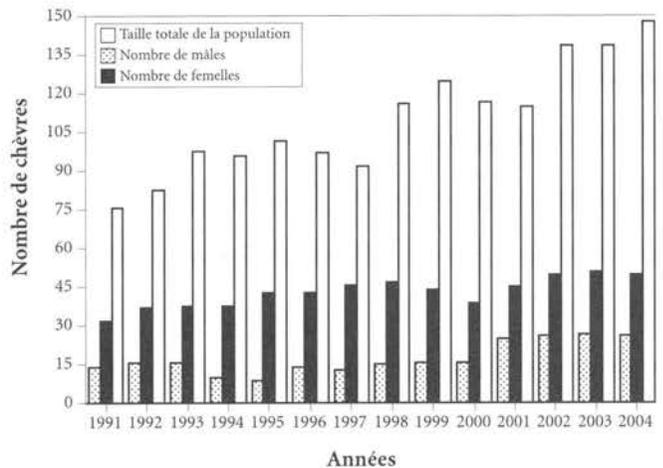


Figure 1. Taille totale de la population et nombre de mâles et de femelles de 3 ans et plus dans la population de chèvres de montagne de Caw Ridge, Alberta, en septembre

Tableau 1. Taille et composition de la population de chèvres de montagne de Caw Ridge, Alberta, en août 2004

Âge	Sexe	N	% marqués
Chevreau	Mâle	18	0
	Femelle	11	0
	Total	29	0
1 an	Mâle	11	100
	Femelle	12	92
	Total	23	96
2 ans	Mâle	7	100
	Femelle	13	100
	Total	20	100
Adultes	Mâle	26	96
	Femelle	50	100
	Total	76	99
Grand total		148	79



S. Côté installe un collier visuel sur une femelle adulte (à gauche) et un collier émetteur sur un mâle (à droite) de façon à pouvoir reconnaître les individus sur le terrain.



La femelle #137 à l'âge de 9 ans. La reproduction des femelles est maximale entre 8 et 12 ans.

Observations

Si les conditions météorologiques le permettent, les chèvres sont localisées chaque jour, visuellement ou à l'aide de la télémétrie, du 15 mai au 20 septembre environ. Les individus sont observés à l'aide de binoculaires et de télescopes terrestres, à une distance de 200 à 800 m. La taille et la composition (identification de chacune des chèvres) de chaque groupe sont notées. Chaque année, le statut reproducteur des femelles est déterminé par des observations comportementales des femelles allaitant leurs chevreaux. La période de mise bas s'échelonne du 16 mai au 15 juin environ, plus de 80 % des naissances ayant lieu durant la dernière semaine de mai (Côté et Festa-Bianchet, 2001a). Le sexe des chevreaux est déterminé à distance en se basant sur la position prise par le jeune pour uriner (les femelles s'accroupissent, les mâles s'étirent) et la présence d'une tache vulvaire chez les femelles (Côté et Festa-Bianchet, 2003). Durant l'été, il est facile de suivre la survie de tous les individus puisque chaque animal est observé au moins une fois par semaine. Durant l'hiver, la survie des chèvres est mesurée en déterminant quels individus ont survécu jusqu'au 1^{er} juin de l'année suivante.

Résultats

La reproduction en fonction de l'âge des femelles

À Caw Ridge, les femelles produisent leur premier jeune entre 3 et 7 ans, mais l'âge moyen à la première reproduction est de 4,4 ans ($n = 41$; figure 2). Les femelles de 5 ans qui ne se sont pas reproduites l'année précédente ont environ deux fois plus de chance de se reproduire (68 %) que celles qui ont eu un chevreau à 4 ans (37 %) ($G = 4,41$, $P = 0,036$, $n = 35$). Bien que chaque femelle ne se reproduise pas chaque année, la reproduction augmente graduellement jusqu'à l'âge de 6 à 8 ans et demeure relativement stable de 8

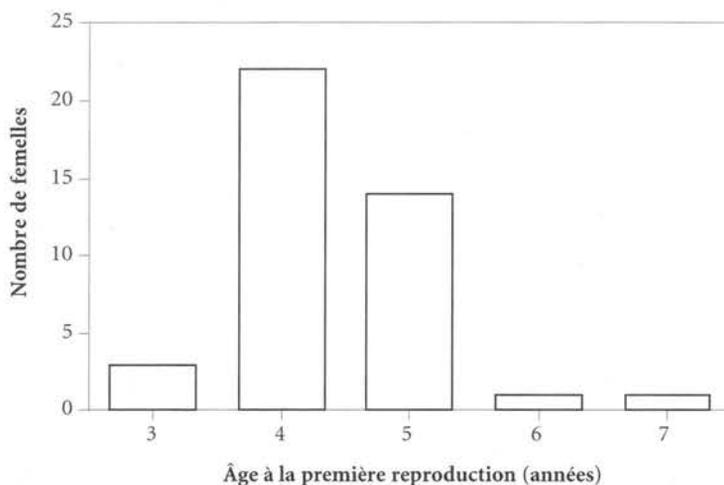


Figure 2. Âge à la première reproduction chez les femelles de chèvres de montagne nées à Caw Ridge, Alberta, entre 1988 et 2000

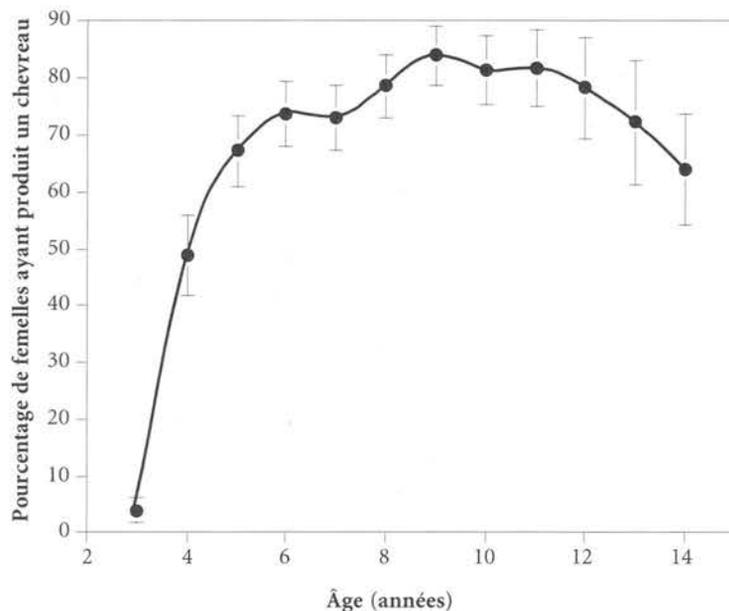


Figure 3. Reproduction en fonction de l'âge chez les femelles de la chèvre de montagne à Caw Ridge, Alberta, 1989-2003. Chaque point représente la moyenne (\pm erreur standard) pour chaque âge entre 3 et 13 ans. Le dernier point montre la moyenne pour les femelles âgées de 14 ans et plus.

à 12 ans, période durant laquelle environ 80 % des femelles se reproduisent chaque année (figure 3; Côté et Festa-Bianchet, 2001b). À partir de 13 ans, la sénescence reproductive débute et la probabilité de reproduction commence à diminuer (figure 3). Le succès reproducteur à vie des femelles est fortement dépendant de leur longévité, les femelles vivant le plus longtemps produisant le plus grand nombre de chevreaux (figure 4; $F = 113,9$, $r^2 = 0,83$, $P < 0,001$, $n = 26$).

Au cours de l'étude (1988-2004), sur 361 chevreaux de sexe connu, 185 étaient des mâles et 176 étaient des femelles. La proportion de filles produites diminue fortement avec l'âge de la mère, les jeunes femelles (≤ 6 ans) produisant approximativement 70 % de filles, alors que les femelles

de 10 ans et plus engendrent seulement 25 % de filles et produisent donc surtout des fils (figure 5; régression logistique: $b = 0,095$, $P = 0,01$, $n = 324$; Côté et Festa-Bianchet, 2001c).

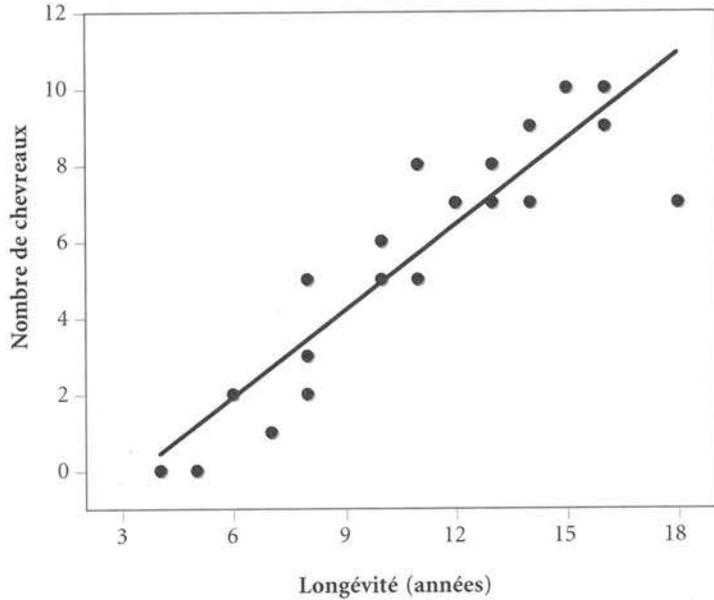


Figure 4. Relation entre la longévité des femelles et le nombre total de chevreaux produits durant toute la vie pour les chèvres de montagne de Caw Ridge, Alberta, qui ont survécu jusqu'à au moins 4 ans et sont mortes de causes naturelles ou étaient âgées d'au moins 12 ans en 2003.

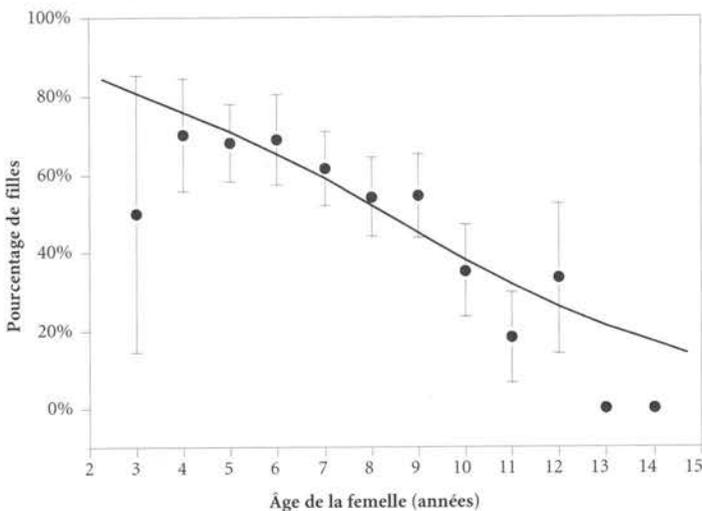


Figure 5. Proportion de filles produites (\pm ES) selon l'âge de la mère chez les femelles de chèvres de montagne de Caw Ridge, Alberta. La régression provient d'un modèle mixte généralisé linéaire avec l'âge comme facteur fixe et l'identité de la femelle comme facteur aléatoire (Côté et Festa-Bianchet, 2001c).

La survie des chevreaux

La survie moyenne des chevreaux est de 67 % jusqu'à l'âge d'un an (1988-2003, $n = 242$) et ne varie pas selon l'âge de la mère (régression logistique: $b = 0,09$, $P = 0,4$, $n = 92$; Côté et Festa-Bianchet, 2001b). Les femelles de 8 à 12 ans

(0,51 chevreau/femelle/année) ont environ 30 % plus de chance de produire un chevreau qui survivra jusqu'à un an que les femelles de 7 ans et moins (0,41 chevreau/femelle/année) ou celles de 13 ans et plus (0,37 chevreau/femelle/année). La masse des femelles affecte aussi la survie des chevreaux. Les femelles dont le chevreau survit jusqu'au sevrage sont plus lourdes de 7,8 kg (ou environ 10 %) que les femelles du même âge dont le chevreau ne survit pas ($t_{40} = -3,23$, $P = 0,002$; figure 6; Côté et Festa-Bianchet, 2001b). De façon similaire, les femelles dont le chevreau survit jusqu'à un an pèsent 6,5 kg de plus en moyenne que celles du même âge dont le chevreau n'atteint pas l'âge d'un an ($t_{35} = -3,04$, $P = 0,005$; figure 6). Le principal facteur de mortalité des chevreaux est la prédation, particulièrement par l'ours grizzly, le loup et le couguar (tableau 2). Au cours des années, nous avons été témoins de 14 attaques par ces prédateurs sur les chèvres, mais seulement deux ont réussi (Côté et Beaudoin, 1997; Côté *et al.*, 1997). La survie moyenne des individus de 1 à 2 ans est de 82 % (1988-2003, $n = 180$) et grimpe à 86 % chez les adultes (1988-2003, $n = 906$ chèvres-année; Festa-Bianchet *et al.*, 2003).

Même si la population a doublé au cours des 15 dernières années (figure 1), nous n'avons détecté aucun effet de la densité sur la reproduction ou la survie des chèvres.

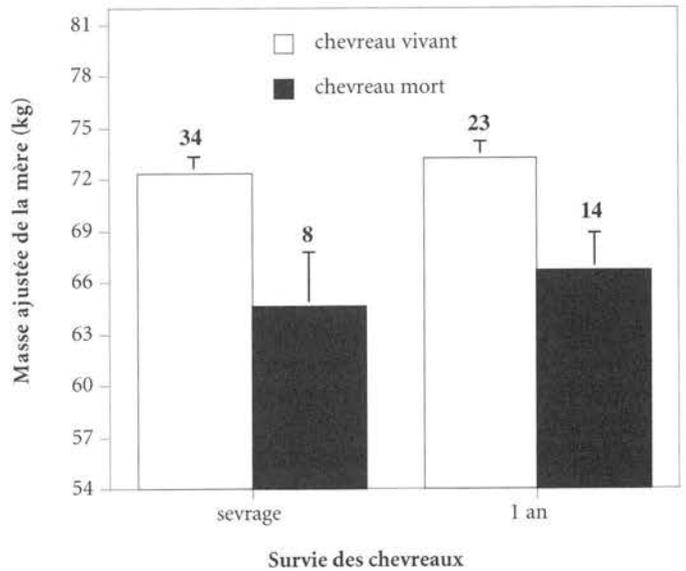


Figure 6. Masse de la mère des chevreaux qui ont survécu ou non jusqu'au sevrage ou à l'âge d'un an à Caw Ridge, Alberta, entre 1990 et 1997. La masse de la mère est ajustée au 15 juillet pour prendre en compte les effets de la date de capture durant l'été. Les tailles échantillons et les erreurs standards sont présentées au-dessus de chaque histogramme.

Discussion

La reproduction en fonction de l'âge des femelles

L'âge moyen des femelles à la première reproduction est de 4 à 5 ans, soit 2 à 3 ans plus tard que chez les ongulés de taille adulte similaire comme le mouflon (Jorgenson

Tableau 2. Cas de prédation connus sur les chèvres de montagne de Caw Ridge, Alberta, et type d'habitat où l'événement s'est produit¹.

Date	Sexe/âge de la chèvre	Prédateur	Type d'habitat
Septembre 1989	Chevreau mâle	Loup	Forêt ouverte
Octobre 1989	Chevreau femelle	Ours grizzly	Forêt ouverte
Novembre 1989	Chevreau mâle	Loup	Toundra
Février 1990	Chevreau mâle	Inconnu	Forêt fermée
Septembre 1990	Chevreau mâle	Loup	Forêt ouverte
Octobre 1990	Chevreau femelle	Ours grizzly	Forêt ouverte
Octobre 1990	Chevreau mâle	Ours grizzly	Krummholz
Janvier 1991	Chevreau femelle	Couguar	Forêt ouverte
Juin 1991	Mâle d'un an	Ours grizzly	Krummholz
Juillet 1991	Femelle d'un an	Couguar	Krummholz
Septembre 1991	Chevreau femelle	Couguar	Forêt ouverte
Septembre 1991	Femelle d'un an	Ours grizzly	Forêt ouverte
Février 1992	Chevreau femelle	Loup	Forêt ouverte
Septembre 1992	Chevreau femelle	Ours grizzly	Toundra
Août 1995	Femelle d'un an	Loup	Toundra
Septembre 1996	Mâle adulte	Ours grizzly	Toundra
Septembre 1996	Chevreau mâle	Loup	Toundra
Mai 1999	Femelle adulte	Loup	Toundra
Hiver 2004	Mâle adulte	Loup	Krummholz
Août 2004	Femelle adulte	Couguar	Toundra
Août 2004	Chevreau mâle	Loup	Krummholz

1. Le grand nombre de chevreaux morts de prédation durant les trois premières années de l'étude reflète une période où beaucoup de colliers émetteurs étaient utilisés afin de pouvoir déterminer la cause de mortalité des chevreaux. La mortalité par prédation n'était pas plus élevée au début de l'étude qu'à l'heure actuelle.

et al., 1993), le cerf élaphe (Langvatn *et al.*, 1996) ou le daim (*Dama dama*, Birgersson, 1998). Chez les chèvres de montagne de Caw Ridge, un jeune âge à la première reproduction (4 ans) entraîne un coût en termes de *fitness* en diminuant d'environ deux fois la probabilité de se reproduire à 5 ans. Ces résultats suggèrent que la reproduction hâtive est coûteuse et que les femelles sont conservatrices comparativement aux autres espèces d'ongulés. Elles favorisent probablement leur propre croissance et leur survie au dépens de la reproduction. Cet âge tardif à la primiparité limite aussi la croissance de la population parce que les femelles de 2 à 5 ans contribuent beaucoup moins au recrutement que chez la plupart des autres populations d'ongulés (Gaillard *et al.*, 2000). De plus, les femelles de 5 ans et moins sont très nombreuses mais produisent moins de jeunes comparativement aux vieilles femelles : la majeure partie du recrutement provenant de la reproduction des femelles de 8 à 12 ans (figure 3). Ces résultats illustrent bien l'importance de considérer la structure d'âge de la population dans l'évaluation du potentiel de recrutement, car la proportion de femelles âgées de 2 à 5 ans peut varier de façon considérable d'une année à l'autre. Beaucoup de travaux récents en dynamique des populations

ont souligné les effets de la structure d'âge sur le recrutement et la survie (Gaillard *et al.*, 2000; Festa-Bianchet *et al.*, 2003). Parce que le succès reproducteur chez les ongulés en général est fortement dépendant de l'âge de la femelle, la structure d'âge de la population peut avoir un impact majeur sur le taux de recrutement (Bérubé *et al.*, 1999; Coulson *et al.*, 2001; Gaillard *et al.*, 2000). Une population de chèvres de montagne comprenant une grande proportion de femelles de 8 à 12 ans aura vraisemblablement un taux de croissance plus élevé qu'une population composée d'une grande proportion de jeunes femelles de 7 ans et moins ou de femelles de 13 ans et plus. Nous avons trouvé une corrélation forte entre la longévité et le nombre de chevreaux produits (figure 4) indiquant clairement que survivre longtemps semble la meilleure stratégie pour une femelle afin d'augmenter son succès reproducteur.

La production de mâles augmentait de manière très marquée avec l'âge de la femelle (figure 5). Des résultats similaires, mais de moins grande amplitude, ont aussi été obtenus chez le caribou (Thomas *et al.*, 1989), le chevreuil européen (*Capreolus capreolus*; Wauters *et al.* 1995) et la gazelle de Cuvier (*Gazella cuvieri*; Alados et Escós 1994). Puisque la proportion de fils produits augmentait fortement avec l'âge de la femelle et que

les mâles sont habituellement plus coûteux à élever que les femelles chez les ongulés sexuellement dimorphiques (Gomendio *et al.*, 1990; Hogg *et al.*, 1992; Monard *et al.*, 1997; Birgersson *et al.*, 1998), nos données suggèrent que



Le chevreau de la femelle #137, à l'âge de 3 mois. La survie moyenne des chevreaux jusqu'à l'âge d'un an est de 67 %.



VANCLÉ GENDREAU

Groupe de femelles et de chevreaux à la fin de la mue, en août

l'investissement maternel pourrait augmenter avec l'âge chez les chèvres de montagne. Ce phénomène pourrait s'expliquer en partie par l'expérience et le rang social plus grands des vieilles femelles (Côté, 2000), grâce auxquels elles pourraient éviter une partie des coûts de la reproduction subis par les femelles plus jeunes (Green, 1990; Cameron *et al.*, 2000).

La survie des chevreaux

Le succès reproducteur comprend deux éléments : le nombre de jeunes engendrés et leur survie. Chez les mammifères, la survie des jeunes est une des composantes les plus importantes de la variation du succès reproducteur à vie des femelles (Clutton-Brock, 1988; Wasser et Norton, 1993). Les caractéristiques maternelles pourraient exercer une influence très importante sur la survie de la progéniture. Les femelles en meilleure condition ou plus âgées, par exemple, auraient une capacité d'investissement plus grande que les femelles en moins bonne condition, ce qui leur permettrait d'augmenter les chances de survie de leur progéniture (Clutton-Brock *et al.*, 1985; Gomendio *et al.*, 1990; Monard *et al.*, 1997; Bérubé *et al.*, 1999). La survie des chevreaux des femelles de 8 à 12 ans était plus élevée que celle des chevreaux des mères plus jeunes ou plus âgées, suggérant que la survie des chevreaux est davantage déterminée par la condition de la mère que par son expérience. Effectivement, la condition de la mère affectait la probabilité de survie de la progéniture puisque les chevreaux des femelles qui avaient une masse corporelle élevée pour leur âge survivaient mieux jusqu'au sevrage et jusqu'à un an que les chevreaux des femelles qui étaient légères pour leur âge (figure 6). Nos données suggèrent que les soins maternels augmentent avec la masse des femelles puisque la masse des chevreaux durant l'été est positivement corrélée à la masse maternelle (Côté et Festa-Bianchet, 2001a). Birgersson et Ekvall (1997) ont obtenu des résultats similaires chez le daim.

Conclusion

La probabilité de reproduction des femelles augmente avec l'âge et atteint un maximum entre 8 et 12 ans (figure 3). Puisque les femelles de 8 à 12 ans produisent plus de chevreaux que les autres femelles et que leurs chevreaux ont une chance de survie d'environ 30 % plus élevée que ceux provenant des femelles plus jeunes ou plus vieilles, les femelles de 8 à 12 ans obtiennent la contribution la plus élevée au recrutement de la population. Nos résultats suggèrent que les femelles de la chèvre de montagne adoptent une stratégie de reproduction très conservatrice. La survie adulte est élevée, les femelles maximisent leur propre survie, souvent au dépens de celle de leur chevreau, de façon à obtenir une longévité maximale. La longévité est le principal déterminant du succès reproducteur à vie chez les chèvres de montagne et chez d'autres espèces d'ongulés également (Clutton-Brock, 1988; Bérubé *et al.*, 1999), et survivre pour se reproduire à nouveau semble la meilleure stratégie pour maximiser le *fitness* individuel.

Implications pour la gestion et la conservation

En se basant en partie sur les résultats de l'étude de Caw Ridge sur les effets de l'âge des femelles sur la reproduction et la survie des chevreaux, le gouvernement albertain a ouvert de nouveau la chasse à la chèvre de montagne en 2001. Des inventaires aériens de chacune des populations pouvant être chassées sont effectués annuellement et des permis ne sont octroyés que pour les populations en croissance. L'intérêt pour la chasse à la chèvre de montagne comme trophée est énorme : lors de la réouverture de la chasse en 2001, trois permis pour abattre un mâle ont été émis pour 3 921 demandes ! À titre de comparaison, il y a 3 000 chasseurs de mouflons d'Amérique dans la province, une espèce très prisée pour la qualité de ses cornes comme trophée de chasse. Comme le recrutement annuel de la plupart des populations de chèvres de montagne est faible et que la majorité de la reproduction provient des femelles de ≥ 8 ans, seulement 1 % d'une population de chèvres peut être prélevé chaque année (Côté *et al.*, 2001; Côté et Festa-Bianchet, 2003). La chèvre est une espèce beaucoup plus sensible au dérangement et à l'exploitation que le mouflon d'Amérique (Côté et Festa-Bianchet, 2003) et les taux de prélèvement devraient être maintenus beaucoup plus bas que pour le mouflon si on ne veut pas répéter les erreurs du passé (Côté *et al.*, 2001). En effet, la chèvre de montagne est probablement le seul ongulé en Amérique du Nord qui a disparu de certaines parties de sa distribution historique à cause de la chasse sportive. Puisque les femelles ont une stratégie de reproduction très conservatrice et que les chèvres sont sensibles au dérangement, les populations de chèvres de montagne ne récupèrent que très



S. Côté relâche un mâle adulte après une capture.

lentement après un déclin (Bailey, 1986; Côté *et al.*, 2001). Les activités d'exploration minière ou pétrolière, la coupe forestière, les survols aériens et les véhicules tout-terrain ont beaucoup plus d'impact sur les chèvres de montagne que sur les autres espèces d'ongulés alpins comme le mouflon ou le caribou (Côté, 1996; Côté et Festa-Bianchet, 2003). Un effort de gestion et de conservation particulier doit donc être fait pour préserver cette espèce, particulièrement les populations à risque qui sont fréquemment soumises au dérangement humain.

Remerciements

Plusieurs personnes ont participé au travail de terrain de Caw Ridge, depuis 1988, et nous les en remercions tous sincèrement, particulièrement Y. Gendreau et S. Hamel qui ont beaucoup contribué au cours des cinq dernières années. Nous voulons aussi remercier les employés de Alberta Fisheries and Wildlife Management pour leur support logistique constant, particulièrement K. Smith. Nos travaux en Alberta sont principalement financés par le Conseil de recherche en sciences naturelles et en génie du Canada; Alberta Conservation Association; Alberta Fisheries and Wildlife Management; et Alberta, Sport, Recreation, Parks, and Wildlife Foundation. ◀

Références

- ALADOS, C.L. and J.M. ESCÓS, 1994. Variation in the sex ratio of a low dimorphic polygynous species with high levels of maternal reproductive effort: Cuvier's gazelle. *Ethology Ecology and Evolution*, 6: 301-311.
- BAILEY, J.A., 1986. Harvesting mountain goats: strategies, assumptions, and needs for management and research. *Proceedings of the Biennial Symposium on Northern Wild Sheep and Goat Council*, 5: 37-47.
- BÉRUBÉ, C.H., M. FESTA-BIANCHET and J.T. JORGENSON, 1999. Individual differences, longevity and reproductive senescence in bighorn ewes. *Ecology*, 80: 2555-2565.
- BIRGERSSON, B., 1998. Adaptive adjustment of the sex ratio: more data and considerations from a fallow deer population. *Behavioral Ecology*, 9: 404-408.
- BIRGERSSON, B. and K. EKVALL, 1997. Early growth in male and female fallow deer fawns. *Behavioral Ecology*, 8: 493-499.
- BIRGERSSON, B., M. TILLBOM and K. EKVALL, 1998. Male-biased investment in fallow deer: an experimental study. *Animal Behaviour*, 56: 301-307.
- BYERS, J.A. 1997. *American pronghorn: social adaptations and the ghosts of predators past*. University of Chicago Press, Chicago, USA, 300 p.
- CAMERON, E.Z., W.L. LINKLATER, K.J. STAFFORD and E.O. MINOT, 2000. Aging and improving reproductive success in horses: declining residual reproductive value or just older and wiser? *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 47: 243-249.
- CLUTTON-BROCK, T.H., 1984. Reproductive effort and terminal investment in iteroparous animals. *American Naturalist*, 123: 212-229.
- CLUTTON-BROCK, T.H. 1988. *Reproductive success*. University of Chicago Press, Chicago, USA, 538 p.
- CLUTTON-BROCK, T.H., S.D. ALBON and F.E. GUINNESS, 1985. Parental investment and sex differences in juvenile mortality in birds and mammals. *Nature*, 313: 131-133.
- CLUTTON-BROCK, T.H., F.E. GUINNESS and S.D. ALBON, 1982. Red deer: behavior and ecology of two sexes. University of Chicago Press, Chicago, USA, 378 p.
- CÔTÉ, S.D., 1996. Mountain goat responses to helicopter disturbance. *Wildlife Society Bulletin*, 24: 681-685.
- CÔTÉ, S.D., 2000. Dominance hierarchies in female mountain goats: stability, aggressiveness and determinants of rank. *Behaviour*, 137: 1541-1566.
- CÔTÉ, S.D. and C. BEAUDOIN, 1997. Grizzly bear (*Ursus arctos*) attacks and nanny-kid separation on mountain goats (*Oreamnos americanus*). *Mammalia*, 61: 614-617.
- CÔTÉ, S.D. and M. FESTA-BIANCHET, 2001a. Birthdate, mass and survival in mountain goat kids: effects of maternal characteristics and forage quality. *Oecologia*, 127: 230-238.
- CÔTÉ, S.D. and M. FESTA-BIANCHET, 2001b. Reproductive success in female mountain goats: the influence of maternal age and social rank. *Animal Behaviour*, 62: 173-181.
- CÔTÉ, S.D. and M. FESTA-BIANCHET, 2001c. Offspring sex ratio in relation to maternal age and social rank in mountain goats (*Oreamnos americanus*). *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 49: 260-265.
- CÔTÉ, S.D. and M. FESTA-BIANCHET, 2003. Mountain goat. Pages 1061-1075 in *Wild mammals of North America: Biology, Management & Conservation*. G.A. Feldhamer, B.C. Thompson and J.A. Chapman, eds. The John Hopkins University Press, Baltimore, USA, 1216 p.
- CÔTÉ, S.D., M. FESTA-BIANCHET and K.G. SMITH, 2001. Compensatory reproduction in harvested mountain goat populations: a word of caution. *Wildlife Society Bulletin*, 29: 726-730.
- CÔTÉ, S.D., M. FESTA-BIANCHET and F. FOURNIER, 1998a. Life-history effects of chemical immobilization and radiocollars on mountain goats. *Journal of Wildlife Management*, 62: 745-752.
- CÔTÉ, S.D., M. FESTA-BIANCHET and K.G. SMITH, 1998b. Horn growth in mountain goats (*Oreamnos americanus*). *Journal of Mammalogy*, 79: 406-414.
- CÔTÉ, S.D., A. PERACINO and G. SIMARD, 1997. Wolf, *Canis lupus*, predation and maternal defensive behavior in mountain goats, *Oreamnos americanus*. *Canadian Field-Naturalist*, 111: 389-392.
- COULSON, T., E.A. CATCHPOLE, S.D. ALBON, B.J.T. MORGAN, J.M. PEMBERTON, T.H. CLUTTON-BROCK, M.J. CRAWLEY and B.T. GRENFELL, 2001. Age, sex, density, winter weather, and population crashes in Soay sheep. *Science*, 292: 528-531.
- FESTA-BIANCHET, M., 1988. Age-specific reproduction of bighorn ewes in Alberta, Canada. *Journal of Mammalogy*, 69: 157-160.
- FESTA-BIANCHET, M., J.-M. GAILLARD and S.D. CÔTÉ, 2003. Variable age structure and apparent density-dependence in survival of adult ungulates. *Journal of Animal Ecology*, 72: 640-649.

- FESTA-BIANCHET, M., M. URQUHART and K.G. SMITH, 1994. Mountain goat recruitment: kid production and survival to breeding age. *Canadian Journal of Zoology*, 72: 22-27.
- GAILLARD, J.-M., M. FESTA-BIANCHET, N.G. YOCOZO, A. LOISON and C. TOÏGO, 2000. Temporal variation in fitness components and population dynamics of large herbivores. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 31: 367-393.
- GOMENDIO, M., T.H. CLUTTON-BROCK, S.D. ALBON, F.E. GUINNESS and M.J. SIMPSON, 1990. Mammalian sex ratios and variation in costs of rearing sons and daughters. *Nature*, 343: 261-263.
- GREEN, W.C.H., 1990. Reproductive effort and associated costs in bison (*Bison bison*): do older mothers try harder? *Behavioral Ecology*, 1: 148-160.
- HAVIERNICK, M., S.D. CÔTÉ and M. FESTA-BIANCHET, 1998. Immobilization of mountain goats with xylazine and reversal with idazoxan. *Journal of Wildlife Diseases*, 34: 342-347.
- HOGG, J.T., C.C. HASS and D.A. JENNI, 1992. Sex-biased maternal expenditure in Rocky Mountain bighorn sheep. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 31: 243-251.
- JORGENSEN, J.T., M. FESTA-BIANCHET, M. LUCHERINI and W.D. WISHART, 1993. Effects of body size, population density, and maternal characteristics on age at first reproduction in bighorn ewes. *Canadian Journal of Zoology*, 71: 2509-2517.
- LANGVATN, R., S.D. ALBON, T. BURKEY and T.H. CLUTTON-BROCK, 1996. Climate, plant phenology and variation in age of first reproduction in a temperate herbivore. *Journal of Animal Ecology*, 65: 653-670.
- MONARD, A.-M., P. DUNCAN, H. FRITZ and C. FEH, 1997. Variations in the birth sex ratio and neonatal mortality in a natural herd of horses. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 41: 243-249.
- OZOGA, J.J. and L.J. VERME, 1986. Relation of maternal age to fawn-rearing success in white-tailed deer. *Journal of Wildlife Management*, 50: 480-486.
- SAND, H., 1996. Life history patterns in female moose (*Alces alces*): the relationship between age, body size, fecundity and environmental conditions. *Oecologia*, 106: 212-220.
- SMITH, K.G., 1988. Factors affecting the population dynamics of mountain goats in west-central Alberta. *Proceedings of the Biennial Symposium on Northern Wild Sheep and Goat Council*, 6: 308-329.
- STEARNS, S.C., 1992. *The evolution of life histories*. Oxford University Press, Oxford, UK, 264 p.
- THOMAS, D.C., S.J. BARRY and H.P. KILIAAN, 1989. Fetal sex ratios in caribou: maternal age and condition effects. *Journal of Wildlife Management*, 53: 885-890.
- WASSER, S.K. and G. NORTON, 1993. Baboons adjust secondary sex ratio in response to predictors of sex-specific offspring survival. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 32: 273-281.
- WAUTERS, L.A., S.A. DE CROMBRUGGHE, N. NOUR and E. MATTHYSEN, 1995. Do female roe deer in good condition produce more sons than daughters. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 37: 189-193.
- WELADJI, R.B., Ø. HOLAND, G. STEINHEIM and D. LENVIK, 2003. Sex-specific preweaning maternal care in reindeer (*Rangifer tarandus t.*). *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 53: 308-314.

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

Marc-André Touzin, II.B

Notaire et conseiller juridique



2059, de la Canardière
 Suite 2, Québec, Qc
 G1J 2E7

Fax: (418) 661-2819

Tél.: (418) 661-7919

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

PRO FAUNE

- 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

Les moules au Québec

Annie Paquet, Isabelle Picard, François Caron et Stéphanie Roux

La plupart des gens associent les moules au milieu marin; ils ont bien raison, car la grande majorité des moules, incluant les moules bleues que l'on cultive et que l'on consomme au Québec, sont des organismes marins. Par contre, peu de gens connaissent l'existence des moules d'eau douce. Au cours du dernier siècle, un des groupes de moules d'eau douce, nommé « mulettes », a connu une diminution importante (en diversité et en abondance) dans le monde entier.

Il y a plus de 1 000 espèces de mulettes dans le monde et l'Amérique du Nord est l'endroit où la diversité est la plus élevée, avec près de 300 espèces. Par contre, près de 70 % de ces espèces risquent de disparaître (Masters *et al.*, 1998). Maintenant que l'on connaît mieux leur situation précaire, la conservation des mulettes devient prioritaire. Ce n'est que depuis l'an 2000 que le ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs (MRNFP), secteur Faune, a le mandat de s'occuper des mulettes. Depuis lors, un effort particulier d'inventaire a permis de mieux connaître la distribution des 23 espèces présentes au Québec. Les noms français des mulettes sont actuellement en révision. Pour éviter de créer de la confusion, nous n'utiliserons dans ce texte que les noms latins pour désigner les espèces.

Trois grands groupes de moules d'eau douce

Les moules d'eau douce appartiennent à l'embranchement des Mollusques et à la classe des Bivalves, faisant référence aux deux coquilles calcaires de l'animal. Au Québec, on rencontre quatre familles, appartenant à trois grands groupes morphologiques facilement reconnaissables : les Sphaériidés, les Dreissenidés et les Unionidés. Les Sphaériidés passent souvent inaperçues : ce sont de très petites moules de forme ovale mesurant de 2 mm à 2,5 cm. Elles se trouvent enfouies dans le substrat de plans d'eau permanents ou temporaires. On en compte une trentaine d'espèces au Québec. Le deuxième groupe, introduit récemment sur notre territoire, est celui des Dreissenidés. Cette famille comprend deux espèces originaires d'Europe : la moule zébrée et la moule quagga. Ces moules possèdent des filaments formant le byssus, qui leur permet de s'attacher sur tout objet dur.

Le dernier groupe, qui fait l'objet du présent article, comprend les Margaritiféridés et les Unionidés. On les appelle communément « mulettes ». Au Québec, 23 espèces ont été répertoriées jusqu'à maintenant. Les mulettes se différencient des autres groupes par leur grande taille (jusqu'à plus de 20 cm), leur longévité élevée, leur faible recrutement et leur cycle de vie complexe.

Anatomie

Les mulettes possèdent une anatomie relativement simple comparativement aux vertébrés. Leur corps consiste principalement en une masse centrale, le manteau, attachée aux deux coquilles par des muscles. Cette masse de chair est constituée de systèmes digestif, circulatoire, reproductif et nerveux très simples. Les mulettes ne possèdent pas de nez ni d'yeux. Elles respirent et se nourrissent en aspirant l'eau à l'aide d'un siphon (voir photo 1). À l'intérieur de la coquille, des branchies absorbent l'oxygène et filtrent les organismes et les plantes microscopiques (Vanderploeg *et al.*, 1995). La nourriture est ensuite acheminée au système digestif et l'eau est rejetée par l'autre siphon. Les mulettes se déplacent relativement peu, mais il est tout de même possible de remarquer des traces de leur passage par les sillons laissés sur fond sablonneux. Pour se déplacer, elles utilisent un lobe musculaire rétractable, appelé le « pied » (voir photo 2).

La croissance

Durant les six premières années de vie des mulettes, la croissance est relativement rapide (Coker *et al.*, 1921; Payne et Miller, 1989; McMahan, 1991). Il est très avantageux pour les mulettes que leurs coquilles grandissent rapidement, car c'est la seule barrière les protégeant de leur environnement. Après cette période, la croissance de la coquille ralentit et les tissus internes, dont les organes reproducteurs, se développent (McMahan, 1991). Les mulettes atteignent la maturité sexuelle à un âge très variable selon les espèces, généralement après l'âge de six ans (McMahan, 1991). L'espérance de vie est aussi variable et elle se situe de 6 ans à plus de 100 ans (McMahan, 1991). Des études récentes démontrent toutefois que les estimations traditionnelles de l'âge des mulettes, à l'aide des anneaux de croissance, sont peu fiables et que l'âge des mulettes a été sous-estimé (Downing *et al.*, 1992; Kesler et Downing, 1997). On peut ainsi penser que la majorité des espèces présentes dans nos cours d'eau vivraient plusieurs dizaines d'années et quelques espèces, dont *Margaritifera margaritifera*, pourraient même dépasser l'âge de 100 ans.

Deux des auteurs sont à l'emploi du ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs (MRNFP): Annie Paquet, technicienne de la faune à la Direction du développement de la faune et François Caron, biologiste chercheur en faune aquatique à la Direction de la recherche sur la faune. Deux autres sont consultantes: Isabelle Picard, biologiste spécialisée en malacologie et en herpétologie et Stéphanie Roux, biologiste œuvrant pour le Centre de données sur le patrimoine naturel du Québec au MRNFP-Secteur Faune Québec.

Le cycle reproducteur

Le cycle reproducteur des mulettes est fort complexe. Les sexes sont séparés chez les espèces présentes au Québec. La femelle capte le sperme du mâle en filtrant l'eau. La fertilisation des œufs et le développement des embryons ont lieu dans une région spécialisée des branchies, appelée le marsupium. Les embryons se développent en une larve appelée glochidium qui mesure de 0,05 à 0,45 mm, selon le stade de croissance (Bauer, 1994). Le glochidium est en fait une copie miniature de l'adulte mais possède des organes internes embryonnaires.

La partie la plus originale du cycle reproducteur vient du fait que les glochidiums de la totalité de nos espèces doivent parasiter un poisson pour pouvoir compléter leur développement (McMahon, 1991). Afin de favoriser la rencontre avec un poisson hôte, les mulettes femelles ont développé plusieurs ruses. Certaines espèces (telles que *Lampsilis cardium*) modifient une partie de leur manteau pour qu'il ressemble à un petit poisson dans le but d'attirer un prédateur, ou même un faux partenaire sexuel, qui deviendra, à son insu, un moyen de transport pour les glochidiums. Les femelles *Actinonaias ligamentina* rejettent plutôt des poches de glochidiums (voir photo 3). D'autres espèces rejettent les glochidiums en paquets compacts, ressemblant à de petits invertébrés ou poissons retenus par un filament que les mulettes agitent tout comme un pêcheur le ferait avec sa ligne. À l'approche d'un poisson, la femelle gravide est soumise à un stimulus et expulse les glochidiums dans l'eau par les siphons. Ceux qui réussiront à s'attacher aux branchies ou aux nageoires du poisson hôte survivront, à condition bien entendu que l'espèce de poisson soit compatible. En effet, chaque espèce de moule nécessite une ou quelques espèces hôtes particulières (Haag et Warren, 1999). À l'issue de ce stade parasite obligatoire qui dure d'un mois à plus de six mois, des juvéniles autonomes quittent l'hôte et tombent au fond de l'eau (Metcalf-Smith *et al.*, 1997; Watters et O'Dee, 1999).

Le taux de recrutement est ainsi très faible. Bien que les femelles rejettent des millions de glochidiums, moins de 0,007 % des glochidiums relâchés parasiteront avec succès un poisson hôte et, de ce nombre, on estime que 9 à 18 % parviendront à maturité (Jansen et Hanson, 1991; McMahon, 1991). Le taux d'infestation des poissons par les glochidiums est généralement de moins de 4 % et les poissons infectés transportent en moyenne moins de quatre glochidiums (Holland-Bartels et Krammer, 1989). L'effet de ce parasi-

tisme sur les poissons hôtes semble être négligeable (Nezlin *et al.*, 1994). Compte tenu de la sédentarité des mulettes, l'utilisation de poissons hôtes joue un rôle de premier plan dans leur dispersion et favorise ainsi un meilleur échange génétique entre les populations.

L'habitat

On trouve généralement des mulettes dans les plans d'eau permanents. Les étangs ou les ruisseaux qui s'assèchent ainsi que les rivières en haute altitude, ou à courant très fort, ne sont pas propices à la présence de mulettes. Les rivières offrent des types d'habitats plus diversifiés que les lacs et sup-



Photo 1
Siphons d'une *Lampsilis cardium*:
siphon inhalent (haut),
siphon exhalent (bas),
rivière Bécancour



Photo 2
Alasmidonta marginata, dont
on peut apercevoir le pied,
rivière Nicolet Sud-Ouest.



Photo 3. *Actinonaias ligamentina* en train de libérer quelques poches de glochidiums, rivière Saint-François.

Les espèces de moules au Québec ainsi que leur précarité

Nom latin	Rangs de priorité nationaux	
	au Québec	au Canada
<i>Actinonaias ligamentina</i>	2	3
<i>Alasmidonta marginata</i>	2	3
<i>Alasmidonta undulata</i>	3	4
<i>Anodonta implicata</i>	1	4
<i>Anodontoides ferussacianus</i>	3	4
<i>Elliptio complanata</i>	4	4
<i>Elliptio crassidens</i>	2	5
<i>Elliptio dilatata</i>	2	4
<i>Lampsilis cardium</i> (groupe)	3	4
<i>Lampsilis radiata radiata</i>	4	4
<i>Lampsilis siliquoidea</i>	4	4
<i>Lasmigona compressa</i>	3	4
<i>Lasmigona costata</i>	3	4
<i>Leptodea fragilis</i>	3	3
<i>Ligumia recta</i>	3	3
<i>Margaritifera margaritifera</i>	4	4
<i>Obovaria olivaria</i>	2	2
<i>Potamilus alatus</i>	1	3
<i>Pyganodon cataracta</i>	4	4
<i>Pyganodon fragilis</i>	3	5
<i>Pyganodon grandis</i> *	3	4
<i>Strophitus undulatus</i>	3	4

* Deux sous-espèces de *Pyganodon grandis* sont reconnues au Québec : *Pyganodon grandis grandis* (4) et *Pyganodon grandis simpsoniana* (3). () = rang au Québec
 1 = Sévèrement en péril
 2 = En péril
 3 = Rare ou peu commun
 4 = Largement réparti, abondant et apparemment hors de danger, mais il demeure des causes d'inquiétudes pour le long terme
 5 = Large répartition, large abondance et stabilité démontrée

Données tirées de Metcalfe-Smith *et al.*, 2004

portent une plus grande diversité de moules. Les moules ne peuvent généralement pas survivre dans un milieu trop argileux ou trop organique qui provoque leur suffocation rapide (Bogan, 1993).

Chaque espèce possède des préférences écologiques propres : profondeur de l'eau, vitesse du courant, composition du substrat et caractéristiques chimiques de l'eau sont les principaux éléments en cause (Ghent *et al.*, 1978; Di Malo et Corkum, 1995; Hastie *et al.*, 2000; Downing *et al.*, 2000). Certaines espèces, comme les *Pyganodon*, affectionnent les lacs et les rivières à courant lent. D'autres, comme *Margaritifera margaritifera*, semblent préférer les rivières à fort courant avec un faible taux en calcium. Certaines espèces plus généralistes, telles *Elliptio complanata* et *Lampsilis radiata*

radiata, occupent des habitats très variés. En général, les moules peuvent tolérer une grande variabilité d'habitat, en autant que celui-ci soit relativement stable dans le temps.

Importance pour les écosystèmes

Présentes dans une multitude d'habitats aquatiques en nombre relativement élevé, les moules jouent un rôle important, et ce, de diverses façons. Elles filtrent un très grand volume d'eau (plus de 1 litre/heure pour un adulte [e.g. Vanderploeg, *et al.* 1995]). En filtrant, elles retirent les particules en suspension telles les matières organiques et inorganiques ainsi que le plancton dont elles se nourrissent, ce qui a pour effet d'améliorer la qualité de l'eau. Les moules influencent aussi la dynamique des nutriments des écosystèmes, en filtrant les nutriments inorganiques qui ensuite, par la biodéposition, deviennent assimilables pour les autres animaux et les plantes (Nedeau, 2000). Par leur alimentation sélective, les moules permettent de contrôler la densité de phytoplancton (Soto et Mena, 1999). Dans certains cas, il semble que les moules jouent un rôle dans le ralentissement de l'eutrophisation des lacs (Soto et Mena, 1999). Ces effets sont toutefois dépendants de la densité de moules présentes à l'intérieur du plan d'eau.

Les moules sont à leur tour une source de nourriture facilement accessible; dans plusieurs écosystèmes aquatiques, tels que le fleuve la Tamise en Angleterre, elles représentent jusqu'à 90 % de la biomasse totale disponible (Negus, 1966). Parmi les prédateurs des moules, le rat musqué est sans doute un des plus importants, si on en juge par les amoncellements de coquilles trouvés aux abords de leur hutte. Les loutres, visons et ratons laveurs consomment aussi des moules (Neves et Odum, 1989; Jokela et Mutikainen, 1995). Plusieurs espèces de poissons dont les carpes, esturgeons, crapets, meuniers et chevaliers (dont le chevalier cuivré) ainsi que les écrevisses se nourrissent en partie de moules juvéniles (McMahon, 1991).

La relation entre les moules et les poissons ne se limite pas à la relation hôte-parasite favorable aux moules. Les moules favorisent également la reproduction de certaines espèces de poissons, puisque l'accumulation de leurs coquilles crée un microhabitat favorable à la fraye (Chatelain et Chabot, 1983). De plus, en filtrant et en clarifiant les eaux, les vastes colonies de moules créeraient un environnement favorable aux poissons prédateurs qui dépendent de stimulus visuels pour leur alimentation (Nezlin *et al.*, 1994).

Enfin, en plus d'occuper un rôle trophique important, les moules jouent un rôle considérable en modifiant

physiquement leur environnement. Les moules vivantes et leurs coquilles mortes persistent plusieurs dizaines d'années dans leur environnement et peuvent être une source significative de particules de grosse taille dans certains lacs et rivières constitués autrement par des sédiments fins (Strayer *et al.*, 1994). Les coquilles peuvent servir de substrat propice à d'autres invertébrés et ainsi avoir une importance considérable sur la structure de la communauté benthique (Strayer *et al.*, 1994; Soto et Mena, 1999). La présence même des coquilles peut vraisemblablement influencer les caractéristiques hydrologiques du fond du plan d'eau, en modifiant la dynamique des sédiments et des courants (Strayer *et al.*, 1994). Par exemple, la présence des juvéniles sous la surface du substrat et le mouvement vertical périodique des adultes augmentent de façon considérable l'oxygénation du sol (Balfour et Smock, 1995; Amyot et Downing, 1997). De même, bien que les migrations horizontales soient limitées (Balfour et Smock, 1995), elles pourraient influencer le brassage des sédiments (McCall *et al.*, 1979).

L'écologie des moules reste encore très méconnue. Une chose est toutefois certaine, les moules sont des organismes importants au sein d'un grand nombre d'écosystèmes aquatiques.

Importance pour les humains

On demande souvent si les moules sont comestibles; la réponse est oui et non. Elles n'ont pas un goût particulièrement bon, leur chair est coriace et elles ont tendance à prendre le goût de leur habitat... la vase assez souvent. La majorité des espèces présentes au Québec sont longévives; en filtrant des milliers de litres d'eau, les moules accumulent dans leur chair le mercure, le plomb, les BPC, les organochlorés et autres polluants (Keller *et al.*, 1997). Il est donc fortement déconseillé de les consommer à moins de les trouver dans un milieu exempt de pollution.

Historiquement toutefois, les moules ont joué un rôle non négligeable pour les humains. Plusieurs tribus indigènes utilisaient leurs coquilles pour en faire des bijoux, des pendentifs, ou encore des objets usuels tels des cuillères, des louches ou des grattoirs. Elles servaient également de nourriture facilement accessible pour certaines tribus, particulièrement en période de disette (Parmalee et Klippel, 1974).

En Amérique du Nord, à partir des années 1800, la nacre des moules était utilisée pour confectionner des boutons. Cette industrie a atteint son apogée au début des années 1900 avec la production annuelle de plus de 40 millions de boutons (Fassler, 1997). À cette époque, les Japonais ont découvert qu'en introduisant un morceau de nacre de moule dans les huîtres, on peut produire des perles de culture. N'ayant pas assez d'espèces à coquille épaisse chez eux, ils importèrent alors des États-Unis de grandes quantités de coquilles. L'Australie, l'Indonésie, la Polynésie française et la Chine ont depuis développé l'industrie des perles de culture en adoptant cette méthode. Aussi, à la fin des années 1980, les États-Unis exportaient jusqu'à 25 000 tonnes de coquilles

par année (Neddeau *et al.*, 2000). Plus récemment les exportations de coquilles auraient diminué en raison de leur rareté et de la réglementation plus sévère. Elles représenteraient maintenant environ 10 000 tonnes par année (Neddeau *et al.*, 2000). En Europe, l'exploitation des moules est également soumise à une réglementation très sévère: l'exploitation est complètement interdite pour certaines espèces et à certains endroits (Young et Williams, 1983).

Les moules sont aussi utilisées comme bioindicateurs. Elles possèdent plusieurs qualités qui en font des organismes de choix pour connaître la santé des écosystèmes aquatiques. Elles ont une grande sensibilité à différents types de pollution et aux changements d'habitats. Elles sont faciles à récolter et elles sont sédentaires (ne peuvent donc fuir la pollution). De plus, leur grande longévité permet d'étudier les effets à long terme de la pollution sur les écosystèmes aquatiques.

Les causes du déclin des moules

Plusieurs causes ont été identifiées pour expliquer le déclin fulgurant des moules en Amérique du Nord. La dégradation des habitats et la détérioration de la qualité des eaux seraient les causes majeures de leur déclin (Bogan, 1993; Bauer, 1988; Mackie et Topping, 1988). La pollution organique semble particulièrement néfaste. L'agriculture intensive, la déforestation, l'activité industrielle et la pollution organique modifient en effet grandement les propriétés chimiques des eaux (Bogan, 1993; Strayer, 1980; Allan et Flecker, 1993). On sait que les moules accumulent de grandes quantités de polluants dans leurs tissus à cause de leur grande longévité et leur action filtrante sur de très grandes quantités d'eau (Naimo, 1995; Metcalfe-Smith *et al.*, 1996). Les polluants et les pesticides ne sont en général mortels qu'à de fortes doses (Keller, 1993). Toutefois, des doses plus faibles, combinées avec l'effet cumulé des substances, perturbent la croissance, l'efficacité de la filtration, les activités enzymatiques et le comportement des moules (Naimo, 1995).

À cause de leur stade larvaire parasitaire, les moules sont très sensibles aux fluctuations de populations du poisson hôte. La survie des glochidiés étant très faible, une bonne densité du poisson hôte est nécessaire pour maintenir une population de moules (Haag et Warren, 1998). Si le poisson hôte disparaît, la reproduction devient alors impossible et la population de moules disparaîtra à son tour (Bogan, 1993). Ainsi, toute activité empêchant la migration des poissons ou diminuant localement la densité de ceux-ci peut avoir des effets négatifs sur les moules.

La construction de barrages et de digues est très souvent pointée du doigt comme responsable de nombreuses extinctions de populations de moules (Layzer *et al.*, 1993; Bogan, 1993; Lydeard et Mayden, 1995; Vaughn et Taylor, 1999; Hugues et Parmalee, 1999; Watters, 2000). Les barrages modifient les propriétés chimiques et physiques de l'eau, en amont et en aval, causant ainsi des mortalités massives de

mulettes (Bogan, 1993; Allan et Flecker, 1993). De plus, les barrages constituent un obstacle majeur à la dispersion des poissons hôtes (Watters, 1996).

Une autre cause majeure de l'extinction des mulettes serait l'introduction d'espèces exotiques. L'invasion de la moule zébrée dans les Grands Lacs et dans le fleuve Saint-Laurent, depuis 1986, a provoqué un rapide déclin des populations de mulettes (Hébert *et al.* 1991; Mackie et Topping, 1988; Gillis et Mackie, 1994). Les mulettes offrent une surface d'attachement idéale pour les moules zébrées (voir photo 4), puisqu'elles vivent enfouies partiellement dans le substrat. La partie postérieure de la coquille (endroit où se situent les siphons) reste exposée à la colonne d'eau. Les moules zébrées s'y fixent parfois en très grand nombre et agissent comme compétiteurs directs des mulettes en réduisant la quantité de nourriture disponible ou en obstruant leur valves (Hébert *et al.*, 1991; Barr, 1996). De plus, une moule infestée, supportant une quantité de moules zébrées équivalant au double de son poids, devra dépenser plus d'énergie pour ses activités (Hébert *et al.*, 1991). Dans l'ensemble, l'infestation des Dreissenidés provoquerait la mortalité des mulettes en nuisant à leurs activités d'alimentation, de respiration et de locomotion, entraînant une diminution des réserves énergétiques (Hébert *et al.*, 1991; Ricciardi *et al.*, 1996; Baker et Hornbach, 1997, 2000).

Arrivées dans le fleuve Saint-Laurent au Québec en 1992, les moules zébrées peuvent atteindre des densités de 20 000 individus/m² (Ricciardi *et al.*, 1995, 1996). Moins de trois ans après l'arrivée de la moule zébrée, la densité des mulettes indigènes avait déjà diminué dramatiquement. En 1995, le taux d'infestation dépassait 100 moules zébrées/mulette à certains endroits (Ricciardi *et al.*, 1995, 1996). Les mortalités des mulettes étaient particulièrement importantes (90 à 100 % de déclin) lorsque la densité de moules zébrées était supérieure à 4 000/m² (Ricciardi *et al.*, 1996). Même sur un site avec un taux d'infestation relativement faible, comme au lac Saint-Louis, la densité des mulettes indigènes aurait diminué de près de 80 % sur une période de trois ans (Ricciardi *et al.*, 1996). Bien que toutes les espèces de mulettes soient sensibles à la moule zébrée, l'impact de cette dernière sur les mulettes varierait selon les espèces. Plus particulièrement, dans le lac Saint-Clair, le déclin atteignait 93 % pour deux espèces à coquilles minces et aplaties (*Potamilus alatus* et *Leptodea fragilis*), alors qu'il était de 25 % pour *Elliptio dilatata* (Gillis et Mackie, 1994). L'introduction des moules zébrées n'aurait cependant fait qu'accélérer le taux de déclin et d'autres facteurs sont également à considérer (Gillis et Mackie, 1994). Une autre étude d'envergure, réalisée cette fois dans une petite rivière, (la rivière Rideau, en Ontario) démontre une situation aussi alarmante (Martel *et al.*, 2001). Les densités de moules zébrées présentes sur le substrat sont passées de < 0,1/m² en 1993 à 23 000/m² en 1994. Une moulette était alors infestée en moyenne par 1,91 moule zébrée. L'année suivante, l'infestation atteignait la densité moyenne de 809 moules zébrées par moulette. Huit

ans après le début de l'infestation, les mulettes avaient presque complètement disparu (Martel *et al.*, 2001).

Jusqu'ici, peu de moyens se sont révélés efficaces pour contrôler l'expansion de la moule zébrée qui, contrairement aux mulettes, possède un stade larvaire pélagique appelé véligère. La larve véligère nage librement et voyage par les courants d'eau, et ne nécessite pas de poisson hôte pour son déplacement et sa croissance. Cette caractéristique explique sa dispersion très rapide (Griffiths *et al.*, 1991). Seule la prévention permet de contrôler la dispersion et d'éviter de nouvelles introductions.

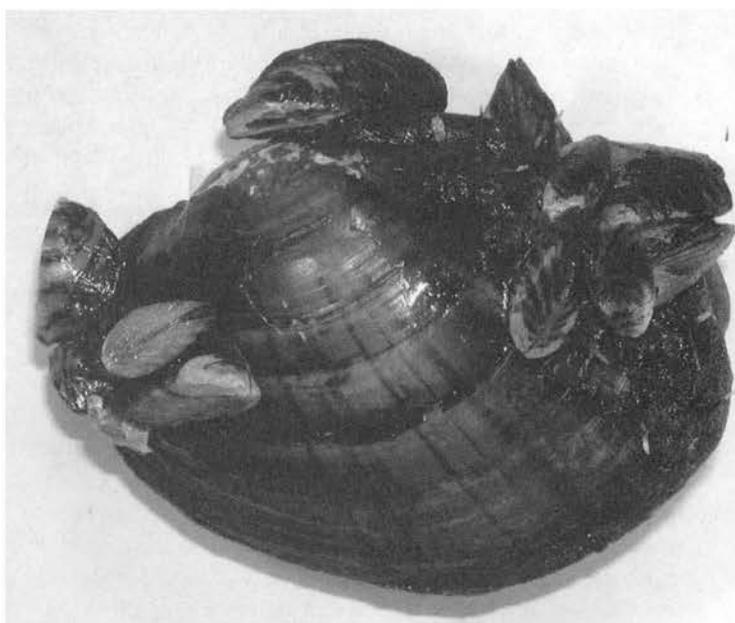


Photo 4. *Lanpisilis cardium* infestée de moules zébrées, fleuve Saint-Laurent

En fait, on pourrait dire que les mulettes sont sensibles à presque toutes les perturbations touchant les milieux aquatiques et leur bassin versant. Cette grande sensibilité des mulettes aux perturbations explique en bonne partie le déclin général observé.

La situation au Québec

Le Québec tente de rattraper son retard face à plusieurs provinces au Canada et plusieurs États américains qui priorisent l'étude des mulettes. En l'an 2000, le secteur Faune du MRNFP a compilé toutes les mentions disponibles de mulettes sur son territoire, ce qui a vite permis de constater le manque de connaissances; moins de 1 000 mentions de mulettes ont été trouvées dans les musées majeurs et les publications scientifiques pour le Québec.

Afin de compléter cette lacune et d'établir un portrait actuel de la situation, le MRNFP procéda à des inventaires pendant l'été 2000, dans le fleuve, la rivière Richelieu et le lac Champlain, où l'introduction de la moule zébrée fait craindre le pire pour nos mulettes. En 2001, le travail d'inventaire s'est porté vers le sud-ouest du Québec, compte tenu de la

grande diversité des espèces dans ce secteur. Depuis, des inventaires annuels ciblent diverses régions du Québec dans le but de compléter les connaissances sur la présence et la répartition des moules sur notre territoire.

Un cours portant sur la récolte et l'identification des moules a été donné à 62 employés du MRNFP qui sont appelés à faire des inventaires en milieu aquatique, de manière à ce que les inventaires de moules puissent s'intégrer dorénavant aux inventaires réguliers. Ainsi, plusieurs nouvelles mentions ont permis d'enrichir nos connaissances de base; des extensions d'aires majeures ont été notées pour plusieurs espèces, en particulier pour *Obovaria olivaria*, *Alasmidonta marginata*, *Strophitus undulatus*, *Alasmidonta undulata* (photos 2 et 5). À notre grande surprise, une nouvelle espèce fut découverte sur notre territoire: *Actinonaias ligamentina* (photo 3). Elle a été rapportée dans la rivière Saint-François, dans la région du Centre-du-Québec. Cette région est la plus riche au Québec en diversité d'espèces: plusieurs rivières en comptent près d'une dizaine (voir photo 6). La rivière Saint-François arrive au premier rang avec 12 espèces présentes sur 23 au Québec. Mais pour combien de temps? Sur cette rivière, il y a six barrages, plusieurs indus-

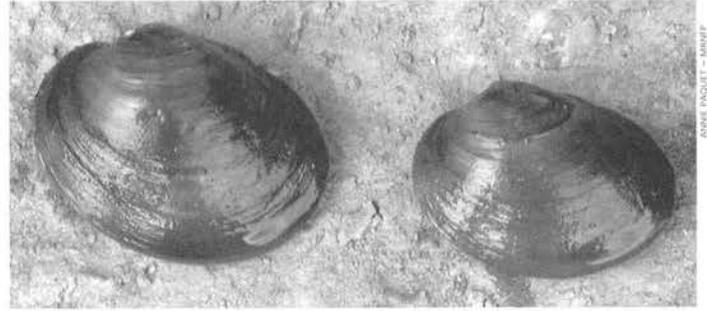


Photo 5. *Obovaria olivaria* de forme ovale avec un sommet renflé, rivière Saint-François

tries et municipalités et son bassin versant contient plus de 300 barrages. Les taux de malformations des moules (particulièrement chez *Strophitus undulatus*) et de réflexes lents de fermeture des valves (test utilisé comme bioindicateur de pollution), observés sur cette rivière, est un des plus élevés au Québec. La région la plus riche en diversité (Centre-du-Québec) est une région agricole. À certaines stations, comme sur la rivière de l'Achigan dans la région de Lanaudière, on ne trouve plus que des moules très âgées, aucune jeune moule ne semble présente pour assurer la relève.



Photo 6. 1: *Lampsilis radiata radiata*, 2: *Obovaria olivaria*, 3: *Strophitus undulatus*, 4: *Alasmidonta undulata*, 5: *Ligumia recta*, 6: *Lampsilis cardium*, 7: *Lasmigona costata*, 8: *Elliptio complanata*, rivière Saint-François

Dans un proche avenir, nous prévoyons commencer des travaux sur les espèces à statut précaire ainsi que la publication d'un Atlas sur les moules au Québec. Une première évaluation de la précarité des espèces de moules fut réalisée en 2002. Cette revue de la situation des moules du Québec est loin d'être complète et sans biais, mais elle se veut une première étape essentielle dans les démarches d'acquisition de connaissances et de protection de nos espèces. Au Québec, sept espèces de moules seraient menacées ou vulnérables (30 %), dix seraient susceptibles de l'être (43 %) et six seraient en sécurité (26 %) (voir le tableau pour les détails).

Conclusion

Plusieurs menaces pèsent sur les moules au Québec; le déclin semble important pour la majorité de nos espèces et la situation se détériore, année après année. Il faut continuer de les étudier, suivre la situation des espèces précaires, acquérir des connaissances sur leurs habitats, protéger certains habitats sensibles et encourager des pratiques agricoles plus saines pour l'environnement afin de limiter les dégâts.

Remerciements

Merci à Julie Grenier du Comité de gestion du bassin versant de la rivière Saint-François pour les renseignements transmis. Merci à Louiselle Beaulieu, Jacinthe Bouchard ainsi qu'à Jean-François Desroches pour la révision du texte. ◀

Références

- ALLAN, J. D. and A.S. FLECKER. 1993. Biodiversity conservation in running waters. *BioScience*, 43, (1): 32-43.
- AMYOT, J.-P. and J.A. DOWNING. 1997. Seasonal variation in vertical and horizontal movement of the freshwater bivalve *Elliptio complanata* (Mollusca: Unionidae). *Freshwater Biology*, 37: 345-354.
- BAKER, S.M. and D.J. HORNBACK. 1997. Acute physiological effects of zebra mussel (*Dreissena polymorpha*) infestation on two unionid mussels, *Actinonaias ligamentina* and *Amblema plicata*. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 54: 512-519.
- BAKER, S.M. and D.J. HORNBACK. 2000. Physiological status and biochemical composition of a natural population of unionid mussels (*Amblema plicata*) infested by Zebra Mussels (*Dreissena polymorpha*). *American Midland Naturalist*, 143: 443-452.
- BALFOUR, D.L. and L.A. SMOCK. 1995. Distribution, Age structure, and movements of the freshwater mussel *Elliptio complanata* (Mollusca: Unionidae) in a headwater stream. *Journal of Freshwater Ecology*, 10: 255-268.
- BARR, D.W. 1996. Freshwater Mollusca (Gastropoda and Bivalvia) In Smith, I. M. *Assessment of Species Diversity in the Mixedwood Plains ecozone*. Ecological Monitoring and Assessment Network (EMAN). (Disponible sur Internet à l'adresse suivante: <http://www.cciw.ca/eman-temp/reports/publications/>)
- BAUER, G. 1988. Threats to the Freshwater Pearl Mussel *Margaritifera margaritifera* L. in Central Europe. *Biological Conservation*, 45: 239-253.
- BAUER, G. 1994. The adaptive offspring size among freshwater mussels (Bivalvia: Unionoidea). *Journal of Animal Ecology*, 63: 933-944.
- BOGAN, A.E. 1993. Freshwater Bivalve extinction (Mollusca: Unionoidea): a search for causes. *American Zoologist*, 33: 599-609.
- CHATELAIN, R. et J. CHABOT. 1983. Utilisation d'accumulations de coquilles d'Unionidae comme frayères par le touladi (*Salvelinus namaycush*). *Naturaliste canadien*, 110: 363-365.
- CLARKE, A. H. 1981. Les mollusques d'eau douce du Canada. Musée des sciences naturelles, Musées nationaux du Canada, Ottawa, Canada. 447 p.
- COKER, R.E., A.F. SHIRA, H.W. CLARK and A.D. HOWARD. 1921. Natural history and propagation of fresh-water mussels. *Bulletin of the U.S. Bureau of Fisheries (Document 893)*, 37: 75-181
- DI MALO, J. and L.D. CORKUM. 1995. Relationship between the spatial distribution of freshwater mussels (Bivalvia: Unionidae) and the hydrological variability of rivers. *Canadian Journal of Zoology*, 73: 663-671.
- DOWNING, W.L., J. SHOSTELL and J.A. DOWNING. 1992. Non-annual external annuli in the freshwater mussels *Anodonta grandis grandis* and *Lampsilis radiata siliquoidea*. *Freshwater Biology*, 28: 309-317.
- DOWNING, J.A., H. VAN LEEUWEN and L.A. DI PAOLO. 2000. Substratum patch selection in the lacustrine mussels *Elliptio complanata* and *Pyganodon grandis grandis*. *Freshwater Biology*, 44: 641-648.
- FASSLER, C.R. 1997. The American mussel crisis: effects on the world pearl industry. Pages 265-277 dans: K.S. Cummings, A.C. Buchanan, C.A. Mayer, and T.J. Naimo, eds. Conservation and management of freshwater mussels II: initiatives for the future. Proceedings of a UMRC symposium, 16-18 October 1995, St-Louis, Missouri. Upper Mississippi River Conservation Committee, Rock Island, Illinois.
- GHEENT, A.W., R. SINGER and L. JOHNSON-SINGER. 1978. Depth distributions determined with SCUBA, and associated studies of the freshwater unionid clams *Elliptio complanata* and *Anodonta grandis* in Lake Bernard, Ontario. *Canadian Journal of Zoology*, 56: 1654-1663.
- GILLIS, P.L. and G.L. MACKIE. 1994. Impact of the zebra mussel, *Dreissena polymorpha*, on populations of Unionidae (Bivalvia) in Lake St. Clair. *Canadian Journal of Zoology*, 72: 1260-1271
- GRIFFITHS, R.W., D.W. SCHLOSSER, J.H. LEACH and W.P. KOVALAK. 1991. Distribution and dispersal of the Zebra Mussel (*Dreissena polymorpha*) in the Great Lakes Region. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 48: 1381-1388
- HAAG, W.R. and M.L. WARREN Jr. 1998. Role of ecological factors and reproductive strategies in structuring freshwater mussel communities. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 55: 297-306.
- HAAG, W.R. and M.L. WARREN Jr. 1999. Mantle displays of freshwater mussels elicit attacks from fish. *Freshwater Biology*, 42: 35-40.
- HASTIE, L.C., P.J. BOON and M.R. YOUNG. 2000. Physical microhabitat requirements of freshwater pearl mussels, *Margaritifera margaritifera* (L.). *Hydrobiologia*, 429: 59-71.
- HEBERT, P.D.N., C.C. WILSON, M.H. MURDOCH and R. LAZAR. 1991. Demography and ecological impacts of the invading mollusc *Dreissena polymorpha*. *Canadian Journal of Zoology*, 69: 405-409.
- HOLLAND-BARTELS and T.W. KRAMMER. 1989. Seasonal reproductive development of *Lampsilis cardium*, *Amblema plicata*, and *Potamilus alatus* (Pelecypoda: Unionidae) in the Upper Mississippi River. *Journal of Freshwater Ecology*, 5: 87-92.
- HUGUES, M.H. and P.W. PARMALEE. 1999. Prehistoric and modern freshwater mussel (Mollusca: Bivalvia: Unionoidea) faunas of the Tennessee River: Alabama, Kentucky and Tennessee. *Regulated River: Research and Management*, 15: 25-42.
- JANSEN, W.A. and J.M. HANSON. 1991. Estimates of the number of glochidia produced by clams (*Anodonta grandis simpsoniana* Lea), attaching to yellow perch (*Perca flavescens*), and surviving to various ages in Narrow Lake, Alberta. *Canadian Journal of Zoology*, 69: 973-977.
- JOKELA, J. and P. MUTIKAINEN. 1995. Effect of size-dependent muskrat (*Ondatra zibethica*) predation on the spatial distribution of a freshwater clam,

- Anodonta piscinalis* Nilsson (Unionidae, Bivalvia). Canadian Journal of Zoology, 73: 1085-1094
- KELLER, A.E. 1993. Acute toxicity of several pesticides, organic compounds, and a wastewater effluent to the freshwater mussel, *Anodonta imbecillis*, *Ceriodaphnia dubia*, and *Pimephales promelas*. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 51: 696-702.
- KELLER, A.E., and M. LYDY. 1997. Biomonitoring and the hazards of contaminants to freshwater mollusks. In: Freshwater Mollusks as Indicators of Water Quality: A Workshop, 4-5 March 1997, Atlanta, Georgia.
- KESLER, D.H. and J.A. DOWNING. 1997. Internal shell annuli yield inaccurate growth estimates in the freshwater mussels *Elliptio complanata* and *Lampsilis radiata*. Freshwater Biology, 37: 325-332.
- LAYZER, J.B., GORDON, M.E. and R.M. ANDERSON. 1993. Mussels: the forgotten fauna of regulated rivers. A case study of the Caney Fork River. Regulated Rivers: Research and Management, 8: 63-71.
- LYDEARD, C. and R.L. MAYDEN. 1995. A diverse and endangered aquatic ecosystem of the southeast United States. Conservation Biology, 9: 800-805.
- MACKIE, G.L. and J. TOPPING. 1988. Historical changes in the Unionid fauna of the Sydenham river watershed and downstream changes in shell morphometrics of three common species. The Canadian Field-Naturalist, 102: 618-626.
- MARTEL, A.L., D.A. PATHY, J.B. MADILL, C.B. RENAUD, S.L. DEAN and S.J. KERR. 2001. Decline and regional extirpation of freshwater mussels (Unionidae) in a small river system invaded by *Dreissena polymorpha*: the Rideau River, 1993-2000. Canadian Journal of Zoology, 79: 2181-2191.
- MASTER, L.L., S.R. FLACK and B.A. STEIN (eds.). 1998. Rivers of life: critical watersheds for protecting freshwater biodiversity. The Nature Conservancy, Arlington, Virginia.
- MCCALL, P.L., M.J.S. TEVESZ and S.F. SCHWELGIEN. 1979. Sediment mixing by *Lampsilis radiata siliquoidea* (Mollusca) from western Lake Erie. Journal of Great Lake Research, 5: 105-111.
- MCMAHON, R.F. 1991. Mollusca: Bivalvia. Pages 315-399 in J. H. Thorp et A. P. Covich (éditeurs). Ecology and classification of North American invertebrates. Academic Press inc. 911 p.
- METCALFE-SMITH, J.L., R.H. GREEN and L.C. GRAPENTINE. 1996. Influence of biological factors on concentrations of metals in tissues of freshwater mussels (*Elliptio complanata* and *Lampsilis radiata radiata*) from the St. Lawrence River. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 53: 205-219.
- METCALFE-SMITH, J.L., S.K. STATON, G.L. MACKIE and N.M. LANE. 1997. Biodiversity of freshwater mussels in the lower Great Lakes Drainage Basin. Ecological Monitoring and Assessment Network (EMAN), 3rd National Meeting, Saskatoon, Saskatchewan. 23 p.
- METCALFE-SMITH, J.L. and B. CUDMORE-VOKEY. 2004. National General Status Assessment of Freshwater Mussels (Unionacea).
- NAIMO, T.J. 1995. A review of the effects of heavy metals on freshwater mussels. Ecotoxicology 4: 341-362.
- NEDEAU, E.J., M.A. MCCOLLOUGH and B.I. SWARTZ. 2000. The Freshwater Mussels of Maine. Maine Department of Inland Fisheries and Wildlife, Augusta, Maine. 118 p.
- NEGUS, C. 1966. A quantitative study of the growth and production of Unionid mussels in the River Thames at Reading. Journal of Animal Ecology, 35: 513-532.
- NEVES, R.J., and M.C. ODOM. 1989. Muskrat predation on endangered freshwater mussels in Virginia. Journal of Wildlife Management, 53: 934-941.
- NEZLIN, L.P., R.A. CUNJAK, A.A. ZOTIN and V.V. ZIUGANOV. 1994. Glochidium morphology of the freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera*) and glochidiosis of Atlantic salmon (*Salmo salar*): a study by scanning electron microscopy. Canadian Journal of Zoology, 72: 15-21.
- PARMALEE, P.W., and W.E. KLIPPEL. 1974. Freshwater mussels as a prehistoric food resource. American Antiquity, 39: 421-434.
- PAYNE, B.S., and A.C. MILLER. 1989. Growth and survival of recent recruits to a population of *Fusconaia ebena* (Bivalvia:Unionidae) in the lower Ohio River. American Midland Naturalist, 121: 99-104.
- RICCIARDI, A., F.G. WHORISKEY and J.B. RASMUSSEN. 1995. Predicting the intensity and impact of *Dreissena polymorpha* infestation on native unionid bivalves from *Dreissena* field density. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 52: 1449-1461.
- RICCIARDI, A., F.G. WHORISKEY and J.B. RASMUSSEN. 1996. Impact of the *Dreissena* invasion on native unionid bivalves in the upper St. Lawrence River. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 53: 1434-1444.
- SOTO, D. and G. MENA. 1999. Filter feeding by the freshwater mussel, *Diplodon chilensis*, as a biocontrol of salmon farming eutrophication. Aquaculture, 171: 65-81.
- STRAYER, D.L. 1980. The freshwater mussels of the Clinch River system Michigan, with comments on man's impact on the fauna, 1870-1978. Nautilus, 94: 142-149.
- STRAYER, D.L., D.C. HUNTER, L.C. SMITH, and C.K. BORG. 1994. Distribution, abundance, and roles of freshwater clams (Bivalvia, Unionidae) in the freshwater tidal Hudson River. Freshwater Ecology, 31: 239-248.
- VANDERPLOEG, H.A., J.R. LIEBIG, and T.F. NAPELA. 1995. From picoplankton to microplankton: temperature-driven filtration by the unionid bivalve *Lampsilis radiata siliquoidea* in Lake St. Clair. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 52: 63-74.
- VAUGHN, C.C. and C.M. TAYLOR. 1999. Impoundments and the decline of freshwater mussels: a case study of an extinction gradient. Conservation Biology, 13(4): 912-920.
- WATTERS, G.T. 1996. Small dams as barriers to freshwater mussels (Bivalvia, Unionoida) and their hosts. Biological Conservation, 75: 79-85.
- WATTERS, G.T. and S.H. O'DEE. 1999. Glochidia of the freshwater mussel *Lampsilis* overwintering on fish hosts. Journal of Molluscan Studies, 65: 453-459.
- WATTERS, G.T. 2000. Freshwater mussels and water quality: A review of the effects of hydrologic and instream habitat alterations. Proceedings of the First Freshwater Mollusk Conservation Society Symposium, 1999, p. 261-274.
- YOUNG, M. and J. WILLIAMS. 1983. The status and Conservation of the Freshwater Pearl Mussel *Margaritifera margaritifera* L. in the Great Britain. Biological Conservation, 25: 35-52.

L'éperlan arc-en-ciel (*Osmerus mordax*) anadrome du sud de l'estuaire du Saint-Laurent

UNE POPULATION EN VOIE DE DÉSIGNATION COMME ESPÈCE VULNÉRABLE

Guy Trecia, Guy Verreault, Michel Legault et Valérie Tremblay

Introduction

La population d'éperlan arc-en-ciel (*Osmerus mordax*) du sud de l'estuaire se différencie génétiquement des autres populations d'éperlan présentes dans l'estuaire du fleuve Saint-Laurent. Cette population anadrome a vu son abondance considérablement diminuer au cours des 40 dernières années. La plus importante frayère historique, celle de la rivière Boyer, a été progressivement désertée, puis totalement abandonnée au milieu des années 1980. Aucune recolonisation n'est observée depuis, malgré les efforts entrepris en vue de sa restauration. Cette désertion de la rivière Boyer survenait à la suite de l'abandon par l'éperlan des rivières Kamouraska et des Trois-Pistoles comme habitat de reproduction. Il ne subsiste actuellement que quatre sites de fraye, localisés dans la section aval de rivières, toutes situées en milieu agricole. Un rapport de situation a été publié par Giroux (1997) pour documenter l'état des connaissances sur la population d'éperlan arc-en-ciel du sud de l'estuaire.

Considérant ce portrait, le comité avisé sur les espèces fauniques menacées ou vulnérables a recommandé que cette population soit désignée espèce vulnérable. Un plan de rétablissement a été préparé pour identifier des actions qui feront en sorte d'empêcher que cette population ne devienne un jour menacée de disparition (Équipe de rétablissement de l'éperlan arc-en-ciel, 2003). Le texte qui suit s'inspire largement de ce plan de rétablissement ainsi que du rapport de situation de 1997. L'état des connaissances actuelles bénéficie beaucoup des travaux de recherches de plusieurs étudiants gradués ayant poursuivi leurs études à l'Université Laval avec les professeurs Julian Dodson et Louis Bernatchez.

Distribution et biologie de l'éperlan arc-en-ciel anadrome du sud de l'estuaire du Saint-Laurent

L'éperlan arc-en-ciel est un poisson de petite taille au corps élancé de couleur argentée, faisant partie de la famille des Osméridés (figure 1). À l'est de l'Amérique du Nord, il se rencontre dans les eaux froides du bassin côtier de l'Atlantique, entre le Labrador et le New Jersey (Scott et Crossman, 1974). Certaines populations sont strictement dulcicoles alors que d'autres sont anadromes. La forme anadrome de l'éperlan se distingue des populations dulcicoles trouvées dans plusieurs lacs par ses habitudes migratrices entre l'eau



Figure 1. Photo d'éperlans arc-en-ciel

salée et l'eau douce. Au Québec, l'éperlan anadrome est rencontré le long du Saint-Laurent, depuis Québec jusque dans le golfe du Saint-Laurent (Bernatchez et Martin, 1996). Dans le Saint-Laurent, c'est un poisson prolifique. Une femelle de 200 mm peut produire 22 795 œufs (Gadet, 2001). Sa croissance est rapide (Pouliot, 2002) et sa maturité sexuelle est hâtive puisque plusieurs individus peuvent déjà se reproduire dès l'âge de deux ans (Verreault et Tardif, 1989), mais il ne dépasse pas sept ans d'âge. Ces caractéristiques de dynamique de population lui permettent de supporter un taux élevé de mortalité par la pêche (Trecia *et al.*, 1990; Giroux, 1997).

Dans l'estuaire moyen du Saint-Laurent, des observations sur les parasites de l'éperlan laissent déjà entrevoir que, malgré une distance d'à peine 15 à 25 km séparant les deux rives, des populations distinctes peuplaient les côtés nord et sud de l'estuaire moyen (Fréchet *et al.*, 1983). Cette observation s'est confirmée, au début des années 1990, avec des analyses basées sur l'ADN mitochondriale d'éperlans

Guy Trecia, Guy Verreault et Michel Legault sont biologistes à Faune Québec (MRNFP), respectivement à la Direction régionale Chaudière-Appalaches, à la Direction régionale Bas-Saint-Laurent, à la Direction de la recherche. Valérie Tremblay est biologiste à Alliance Environnement, Trois-Rivières.

provenant de différents sites de capture sur la rive sud (Beaumont, Rivière-Ouelle, Rivière-du-Loup, Île-Verte, Matane) et sur la rive nord (Saint-Siméon, Cap-Brûlé, Saint-Fulgence, Beauport). Deux souches auraient repeuplé le système du Saint-Laurent après les épisodes de glaciation et auraient convergé dans la région de l'estuaire moyen, ce qui explique qu'on y trouve aujourd'hui les deux grands groupes mis en évidence par l'ADN mitochondriale (Bernatchez *et al.*, 1995; Bernatchez et Martin, 1996). Ces analyses ont également permis de distinguer au moins quatre populations dans le système du Saint-Laurent (Bernatchez *et al.*, 1995; Bernatchez et Martin, 1996) : celle de la baie des Chaleurs, celle de la Côte-Nord, celle du Saguenay-Charlevoix et celle du sud de l'estuaire.

Morphologiquement, l'éperlan de la rive sud est caractérisé par un corps moins effilé, un ratio tête/mâchoire plus faible et des yeux plus petits que ceux de la population de la rive nord de l'estuaire (Lecomte et Dodson, 1999). Dans un secteur du fleuve proche de Neuville, les éperlans de la rive nord se reproduisent plus tôt en saison. Leurs larves passent leur premier été dans la zone de turbidité maximale de l'estuaire, de préférence là où la salinité oscille entre 0 et 5 ppm et elles s'y maintiennent en effectuant des migrations verticales dans la colonne d'eau pour mettre à profit le jeu des marées. Elles préviennent l'avalaison en se rapprochant du fond au jusant (à marée baissante) et voyagent vers l'amont en s'élevant près de la surface au flux (à marée montante). La population de la rive sud, quant à elle, fraie environ deux semaines plus tard, en fin d'avril et début de mai, dans des rivières plutôt que dans le fleuve lui-même. Ses larves dévalent 12 à 20 jours après la fraie vers de grandes baies de la rive sud où elles passeront l'été en se maintenant près du rivage dans la zone littorale. Malgré leur existence sympatrique, il apparaît donc que les deux populations d'éperlan arc-en-ciel anadrome de l'estuaire moyen ont adopté des habitats et des comportements qui les placent sur la piste de la différenciation génétique; elles exploitent ainsi plus efficacement les ressources de l'estuaire (Lecomte et Dodson, 2004).

Des analyses moléculaires réalisées par Lecomte *et al.* (2001), à l'aide de cinq loci microsatellites, démontrent qu'un important flux génique unit les éperlans fréquentant les frayères de la rive sud (ruisseau de l'Église, rivières Ouelle et Fouquette) comme si le phénomène de *homing* (fidélité à la rivière natale) était peu déterminant. L'évidence d'échanges génétiques confirme aussi l'appartenance à une même population pour tous les éperlans qui fréquentent ces frayères.

La population du sud de l'estuaire fréquente un nombre limité de frayères. À la suite de l'abandon des rivières Kamouraska, des Trois-Pistoles et Boyer, on dénombre quatre frayères encore utilisées par l'éperlan pour la reproduction, soit, d'ouest en est, le ruisseau de l'Église, la rivière

Ouelle, la rivière Fouquette et la rivière du Loup dans laquelle une activité de fraie a été observée, pour la première fois, en 2002 (figure 2). Les rivières Ouelle et du Loup sont actuellement les principaux habitats de reproduction utilisés par l'éperlan, avec une superficie de fraie approximative de deux hectares chacune; suivent la rivière Fouquette et le ruisseau de l'Église avec des superficies moins importantes (G. Verreault, données non publiées, 2002).

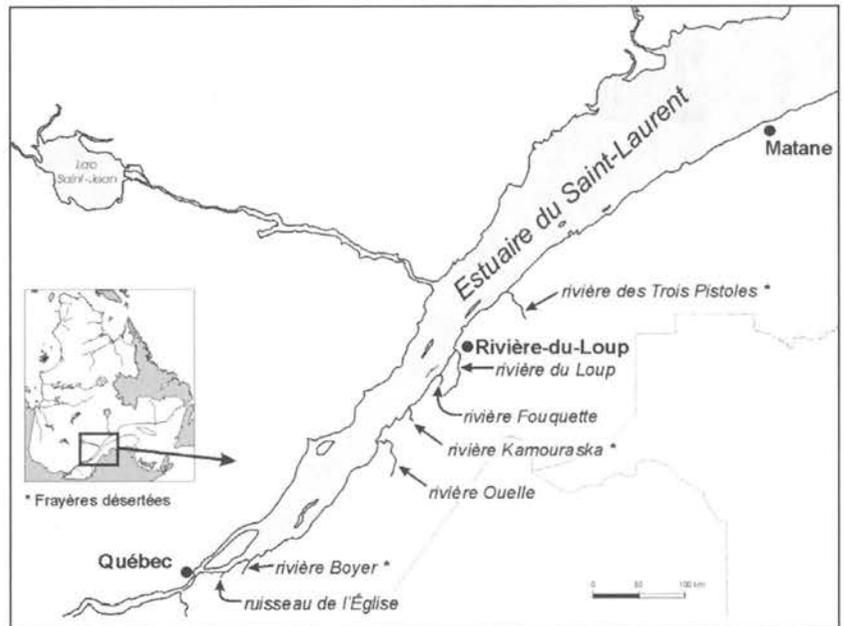


Figure 2. Localisation géographique des frayères connues désertées (*) et utilisées par la population d'éperlan arc-en-ciel du sud de l'estuaire (Source : Équipe de rétablissement de l'éperlan-arc-ciel 2003)

Variations d'abondance historiques et exploitation

La population du sud de l'estuaire est celle qui fait l'objet d'une attention plus particulière parce que ses effectifs ont grandement diminué, depuis 1964 jusqu'à aujourd'hui (figure 3), alors que l'abondance de la population de la rive nord se maintient. L'éperlan est depuis longtemps exploité sportivement et commercialement; dans ce dernier cas, il y avait autrefois des pêches dirigées, c'est-à-dire dont les engins visaient spécifiquement ce poisson. Les débarquements correspondent à ceux qui sont déclarés par les pêcheurs commerciaux et constituent le seul indice quantitatif d'abondance lors de cette période. Sur la rive sud, les débarquements associés aux secteurs de Kamouraska et de Rivière-du-Loup sont passés, annuellement, de plus de 50 tonnes en 1964 à moins de dix tonnes en 1975 (Robitaille et Vigneault, 1990). En 2002, sur la rive sud de l'estuaire, les prises commerciales déclarées d'éperlan arc-en-ciel se situaient en deçà d'une tonne métrique (M. Binet, comm. pers., 2003)¹. S'ajoutent à cette exploitation, les prises accidentelles par la pêcherie commerciale d'anguille d'Amérique (*Anguilla rostrata*) de la rive sud de l'estuaire du Saint-Laurent. En 1999, ces prises d'éperlans se sont chiffrées à 150 000

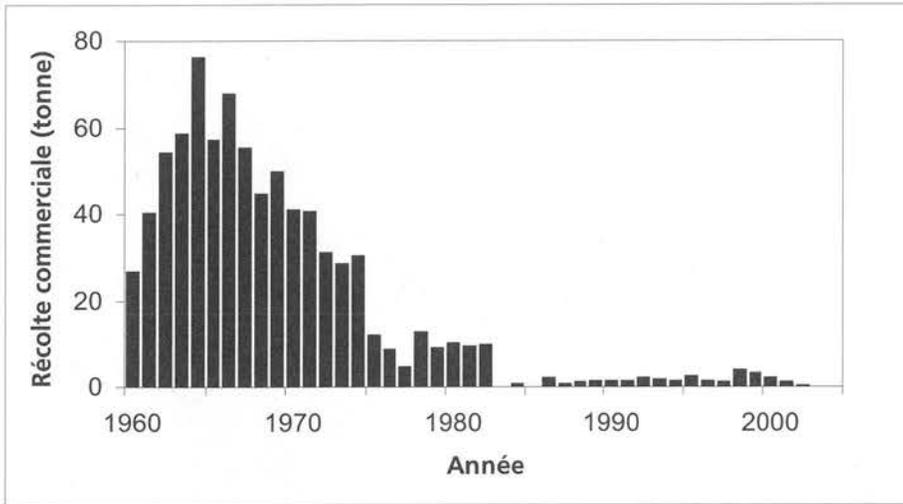


Figure 3. Débarquements commerciaux (kg) déclarés par les pêcheurs d'éperlan sur la rive sud de l'estuaire du Saint-Laurent de 1961 à aujourd'hui.
(Source: MAPAQ)

individus pour une biomasse correspondant à 2,7 tonnes (Verreault et Pettigrew, 2002). Ces captures non dirigées ont fortement diminué puisqu'un règlement a obligé les pêcheurs à modifier leurs engins de pêche en 2003, de telle façon que les plus petits individus puissent s'échapper.

Alors que la pêche commerciale s'est effondrée au cours des dernières décennies, la pêche sportive se pratique encore dans le Bas-Saint-Laurent, mais son importance a fortement diminué. Malgré la grande accessibilité et la facilité avec laquelle on peut le capturer, l'abondance de l'éperlan ne permet plus la pratique d'une activité aussi intense qu'auparavant.

La pêche sportive était autrefois une activité automnale très prisée dans la région de Québec. Cette pêche était facilement praticable à partir du rivage par tous les pêcheurs des villes qui s'entassaient sur les quais avec leurs cannes à pêche en bambou munies de plusieurs hameçons (Vladykov et Michaud, 1957) (figure 4). En plus de garnir la table d'un repas apprécié et peu coûteux, la pêche était alors l'occasion d'échanges et de rencontres pour ceux qui la pratiquaient ou pour les curieux qui déambulaient. La pêche sportive pouvait se pratiquer à partir du secteur de Portneuf vers l'aval, tard l'automne jusqu'à la prise des glaces. Actuellement, elle ne se pratique plus qu'en aval de Saint-Jean-Port-Joli (Robitaille *et al.*, 1991). Ce déclin coïncide avec l'abandon progressif de la frayère sur la rivière Boyer (Trencia *et al.*, 1990; Robitaille et Vigneault, 1990; Verreault *et al.*, 1999). Une pêche sportive hivernale s'est toutefois développée au cours des dernières années. Des enquêtes réalisées à l'Isle-Verte par Pettigrew (2002) chiffrent la récolte à 5,4 tonnes à cet endroit, alors qu'elle est estimée à 1,7 tonne à Rimouski (Pettigrew, données non publiées). En saison estivale, entre Québec et Rimouski, les pêcheurs sportifs prélèvent jusqu'à sept tonnes d'éperlans annuellement (Robitaille *et al.*, 1994).

Ces chiffres sont partiels puisque durant la saison estivale, c'est plutôt jusqu'à Cap Chat qu'on pêche l'éperlan du sud de l'estuaire (Verreault, données non publiées) et que les amateurs de pêche blanche sont très nombreux dans les embouchures des rivières du Loup, Kamouraska et des Trois-Pistoles. Dans l'ensemble donc, ces données d'exploitation sont sous-estimées puisqu'elles sont restreintes à des sites de recensement ponctuels et à des prises déclarées sur une base volontaire. De ce fait, le prélèvement d'éperlan atteint plus de 17,8 tonnes annuellement soit plus d'un demi-million de poissons. La récolte sportive permet la pratique d'environ 11 600 jours de pêche dont la valeur économique est estimée à environ un demi-million de dollars.

Il ne faudrait pas oublier le rôle écologique de l'éperlan qui, par sa position dans la chaîne trophique, rend disponible aux prédateurs de grande taille, la productivité biologique de l'estuaire. L'éperlan est la proie de plusieurs espèces de poissons, d'oiseaux et de mammifères. Encore aujourd'hui, près des sites de fraye, on observe des concentrations de cormorans, de goélands et de becs-scie (Trencia, données non publiées). Autrefois, l'éperlan constituait une proie significative pour le béluga qui se voyait alors jusque devant les quais de Québec (Vladykov, 1946) et pour le bar rayé qui le consommait même lorsque les jeunes bars n'avaient que 60 mm (Robitaille, comm. pers., 2003)².



Figure 4. Pêcheurs sportifs sur les quais de Québec, vers 1950

Le bilan de 15 ans de travaux récents

Inventaire et caractérisation des sites de fraye

Les individus de la population de la rive sud de l'estuaire exploitent les zones littorales et ont un cycle de vie anadrome. La fraye printanière se déclenche alors que la température de l'eau atteint 6 °C dans les tributaires (Carrier *et al.*, 1982; Verreault et Tardif, 1989; Pelletier *et al.*, 1996; Verreault *et al.*, 1999) et se poursuit sur une période de moins de 14 jours (Robitaille et Vigneault, 1990; Verreault *et al.*, 1999). Comparativement à la population de la rive nord qui se reproduit à même le fleuve plutôt que dans ses tributaires, la population de la rive sud se reproduit environ deux semaines plus tard. La montaison pour la reproduction se fait à l'obscurité et à la marée montante (Carrier *et al.*, 1982; Robitaille et Vigneault, 1990; Verreault *et al.*, 1999). Les frayères sont situées en eau douce dans la zone d'influence des marées ou en amont de sa limite supérieure (McKenzie, 1964; Carrier *et al.*, 1982; Robitaille et Vigneault, 1990). Toutes les rivières tributaires de la rive sud de l'estuaire, entre Beaumont et Matane, ont été inventoriées (Robitaille et Vigneault, 1990; Tardif, 1995; Trencia et Fournier, 1999; Tardif, 1999) pour documenter la présence de frayère d'éperlan. Un indice de qualité d'habitat (IQH) pour la reproduction a été développé par Brassard et Verreault (1995) et a servi à qualifier les habitats présents dans certaines rivières du sud de l'estuaire. Le substrat préférentiel s'apparente au gravier et aux cailloux (Rothschild, 1961; Verreault et Tardif, 1989; Dudnik et Shchukina, 1990), quoique la présence d'œufs ait été remarquée sur des substrats variant du sable au bloc (Brassard et Tardif, 1994).

L'éperlan fraie face à des courants moyens variant entre 0,3 et 1,5 m/s et à des profondeurs inférieures à 2,5 m (Brassard et Tardif, 1994). La position précise des sites de déposition des œufs peut varier d'une année à l'autre, dépendant des conditions hydrologiques (Marcotte et Tremblay, 1948; Rothschild, 1961; Gritsenko *et al.*, 1984). Selon sa taille, une femelle pond entre 5 000 et 33 000 œufs démersaux adhésifs (Gadet, 2001). Les œufs expulsés lors de la fraye se gonflent d'eau par osmose; la membrane extérieure éclate quelques secondes plus tard pour se transformer en ventouse reliée à l'œuf par un bout d'un filament qui devient l'attache de l'œuf sur le substrat (figure 5). Le développement des œufs ainsi fixés au fond est étroitement lié à la température de l'eau (McKenzie, 1964). Pouliot et Verreault (2000) évaluent le taux de survie des œufs en milieu naturel à 6,6 %. L'éclosion des œufs, d'un diamètre d'environ 1 mm (Robitaille et Vigneault 1990; Bouchard et Larose 1999), survient 12 à 21 jours après la ponte, soit environ 120 degrés-jours (Trencia et Langevin, 2003; G. Verreault, données non publiées). Les larves dévalent passivement la nuit (Ouellet et Dodson, 1985) vers les aires de croissance situées dans l'estuaire en zones intertidales (Girault, 2002). Les larves peuvent cependant éclore aussi le jour à l'incubateur de Beaumont et dévaler vers le fleuve.

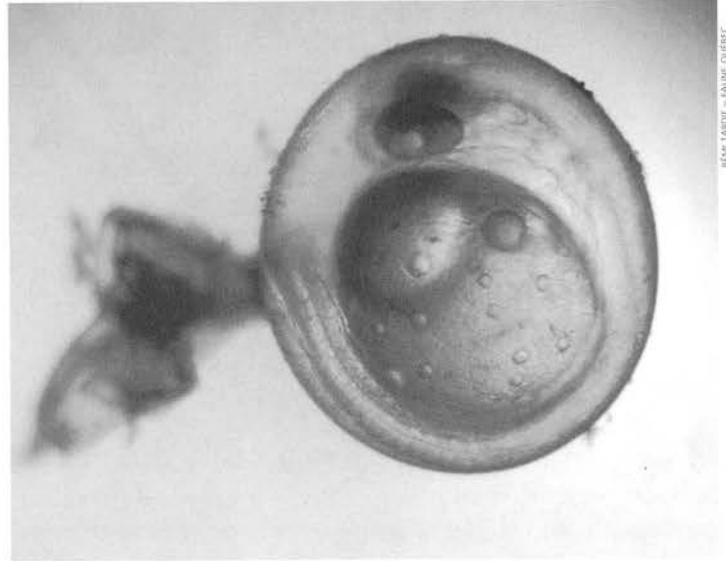


Figure 5. Œuf d'éperlan et sa membrane extérieure explosée et retournée en forme de ventouse (à gauche de l'œuf); en haut de l'œuf, on reconnaît les deux yeux, puis dans le sens des aiguilles d'une montre, tout en périphérie, le corps de la larve avec au centre, la réserve lipidique qui deviendra le sac vitellin.

La nourriture dans les aires de croissance est abondante pour les individus de 0+ et de 1+ dont le régime alimentaire est majoritairement composé de copépodes, mysidacées, larves d'insectes et polychètes (Dutil et Fortin, 1983).

Suivi de la reproduction

Plusieurs suivis sur les reproducteurs d'éperlan ont été réalisés depuis les années 1970, d'abord sur la rivière Boyer jusqu'au début des années 1980, au ruisseau de l'Église et sur la rivière Fouquette depuis le début des années 1990. L'analyse des caractéristiques des reproducteurs sur cette dernière rivière a permis de constater qu'il n'y avait pas de relation linéaire entre le stock d'une année donnée et le recrutement qu'il engendre. D'autres facteurs que le nombre de reproducteurs auraient une influence plus importante sur la quantité de recrues (Pouliot, 2002). L'abondance des géniteurs est très variable en fonction des années, mais la cohorte des individus de trois ans y est généralement dominante. Certaines années, toutefois, les individus de deux ans dominaient au ruisseau de l'Église, à Beaumont (Bergeron et Ménard, 1993). Les individus matures présentent une taille moyenne de 150 mm (Verreault *et al.*, 1999). La structure des longueurs en fonction de l'âge de même que la relation entre la longueur et la masse diffèrent significativement en fonction du sexe (Pouliot, 2002) et la croissance est plus importante chez les femelles que chez les mâles. L'éperlan est un poisson à croissance isométrique (sans changement de forme) rapide et à mortalité totale importante (le taux d'exploitation plus le taux de mortalité naturelle), soit un taux annuel moyen de 73 %. Il s'agit de la seule estimation de la mortalité totale pour cette population. L'exploitation par la pêche a un impact très important sur la dynamique de

cette population puisqu'elle représente près des trois quarts de la mortalité totale chez le segment adulte (Pouliot, 2002). Les captures à la pêche commerciale et sportive se réalisent sur des individus âgés de deux ans et plus.

Mise en activité d'un incubateur à la frayère du ruisseau de l'Église, à Beaumont

Depuis 1992, l'implantation d'un incubateur artificiel au ruisseau de l'Église à Beaumont (figure 6) permet d'améliorer de façon importante les chances de survie des œufs jusqu'à l'éclosion, en diminuant l'effet des principaux facteurs de mortalité : le faible taux de fécondation des œufs, l'empilement excessif, l'asphyxie des œufs par les sédiments fins et les infections fongiques (Bouchard et Larose, 1999). L'incubateur est alimenté en eau par gravité à partir du ruisseau de l'Église. Avec l'aide de personnes bénévoles, les reproducteurs sont prélevés sur le lieu de fraye, à la seine. Ils sont placés dans quatre bassins où ils déposeront leurs œufs après deux nuits ou plus de stabulation, selon la température de l'eau. Ces œufs perdent leur adhésivité en passant au travers d'une moustiquaire conventionnelle (0,15 mm de côté) mais sont retenus par une moustiquaire plus fine (0,115 à 0,059 mm de côté) en dessous du premier. Lorsqu'ils sont récoltés, leur nombre est évalué par volumétrie et ils sont placés dans des jarres verticales pour y poursuivre leur développement jusqu'à l'éclosion. Chaque jarre de 12 litres peut recevoir 4,5 litres d'œufs soit près de deux millions. La température de l'eau qui y circule y est la même que dans le ruisseau, assurant la synchronisation du développement embryonnaire avec le milieu naturel. Aussitôt les larves éclosent, elles remontent le long de la jarre vers le trop plein qui se déverse par les canalisations dans le ruisseau de l'Église vers le

fleuve. Le tableau 1 donne les résultats obtenus à l'incubateur depuis sa mise en place. Entre 1995 et 2002, le taux moyen de survie des œufs en incubateur artificiel au ruisseau de l'Église est évalué à 90 % (comparativement à 6,6 % en milieu naturel) et la production annuelle maximale a continuellement progressé pour atteindre plus de 33 millions de larves (Trenca et Langevin, 2003.). En plus de contribuer au recrutement de la population, l'exploitation de l'incubateur a permis de mieux connaître le comportement reproducteur de l'éperlan, de suivre le développement des œufs, de documenter l'influence de la température de l'eau sur le développement, de tester des techniques de marquage des œufs et des larves, d'observer le comportement d'émergence des larves et de fournir du matériel biologique pour différentes recherches.

Les recherches en cours tentent d'évaluer la contribution de l'incubateur par rapport à la reproduction naturelle et de juger du moment opportun où la reproduction naturelle suffira à assurer seule le renouvellement de la population. Pour y parvenir, des colorants et des chocs thermiques ont été utilisés au cours des dernières années. Différentes concentrations et durées d'exposition ont été testées sur des œufs et des larves pour induire une marque visible sur les structures osseuses, en particulier, sur les otolithes. L'utilisation de cet incubateur est prévue dans la phase de restauration de la population et non pas pour assurer un soutien à long terme.

Marquage des reproducteurs

Des travaux de marquage effectués chez les éperlans reproducteurs ont été réalisés sur la rivière Fouquette en 2001 ($n = 4\ 000$) et 2002 ($n = 12\ 000$). Ces travaux ont été répétés sur le ruisseau de l'Église ($n = 4\ 000$) et la rivière Ouelle ($n = 7\ 000$) en 2002. Les recaptures par la pêche ont permis d'observer que les poissons se trouvent en aval de ces rivières, et ce, jusqu'à Cap Chat et ne proviennent que de la rive sud de l'estuaire. Les trois sites de marquage contribuent aux captures sportives et commerciales de la rive sud de l'estuaire (G. Verreault, comm. pers., 2002).

Recherche des aires d'alevinage et suivis annuels d'abondance

Le stade larvaire est, d'une part, la phase du cycle vital la moins connue chez l'éperlan, et d'autre part, la période chez les poissons où les variations du taux de mortalité amènent la plus grande incidence sur le recrutement et les fluctuations interannuelles de l'abondance (Houde, 1987). Les travaux de Lecomte et Dodson (2004) et ceux de Girault (2002) ont permis de localiser, en été, des concentrations de larves à des profondeurs de trois à quatre mètres dans les baies en amont de Rivière-du-Loup et dans l'anse Sainte-Anne près de La Pocatière. L'utilisation d'un petit chalut pélagique a permis la capture des larves entre la fin du mois de mai et le début du mois d'août, aux deux

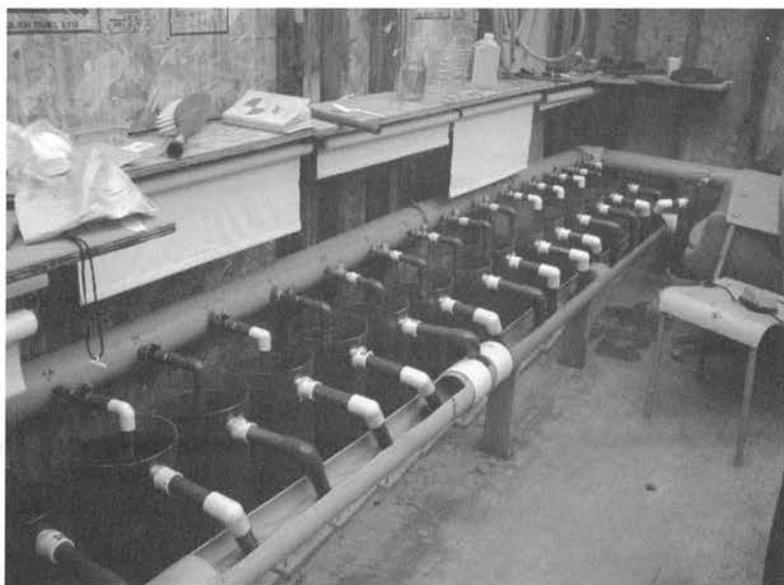


Figure 6. Série de jarres contenant les œufs en incubation aux installations du ruisseau de l'Église, à Beaumont. Chaque jarre de 12 litres peut recevoir 4,5 litres d'œufs soit près de 2 millions.

Tableau 1. – Bilan des activités à la station d'incubation de Beaumont, de 1992 à 2003

Année	Mâles	Femelles	Œufs (x 1 000)	Pourcentage d'éclosion	Larves (x 1 000)
1992			777	66	513
1993			1 306	87	1 136
1994			4 476	91	4 073
1995	2 718	2 192	13 114	96	12 590
1996	2 670	2 670	13 191	98	12 928
1997	Incubateur inopérant eau trop froide				
1998	Données non disponibles		12 000 approx.		
1999	3 404	2 723	12 816	68	8 715
2000	5 958	4 263	24 816	95	23 575
2001	5 039	2 836	37 056	90	33 350
2002	8 206	5 501	27 165	90	24 449
2003	6 931	6 460	40 250	90	36 225
2004 ¹	6 330	5 827	53 568	71	38 060

1. Une partie des œufs a été retenue pour une expérimentation, d'où le plus faible pourcentage d'éclosion.

sites. Les larves de capelan (*Mallotus villosus*) et de hareng atlantique (*Clupea harengus*) dominent la communauté larvaire à chaque site. Bien que moins abondantes, les larves d'éperlans affichent des densités moyennes de 2,4 ind./10m³ dans l'anse Sainte-Anne et de 0,5 ind./10m³ sur le banc de Rivière-du-Loup. Le taux de mortalité larvaire cumulé après 65 jours montre que plus de neuf larves sur dix ne survivent pas à ce stade de leur vie (Girault, 2002). La distribution hétérogène des larves, dans les deux sites, est fortement associée aux masses d'eau plus chaudes présentes dans la zone médiolittorale. Les larves y trouvent un habitat favorable permettant leur rétention spatiale et leur survie. Les ressources alimentaires ne semblent pas limitantes comme en font foi les taux moyens de croissance de 0.25 mm/jour. La salinité des zones de rétention varie entre 11 et 26 ppm, ce qui diffère beaucoup de la salinité optimale où se trouvent les larves de la population du nord de l'estuaire (0 à 5 ppm). Les travaux de Girault (2002) vont dans le même sens que ceux de Dutil et Fortin (1983), Massicotte *et al.*, (1990) et Lemieux et Michaud (1995) qui avaient démontré que les éperlans de 0 + et de 1 + fréquentaient abondamment la zone intertidale du sud de l'estuaire en saison printanière et estivale.

Facteurs limitants et problématiques de conservation

La survie de l'éperlan est menacée lorsque la qualité de l'eau (Rupp 1959; Wharfe *et al.*, 1984) et de l'habitat (Chase, 1999; Giroux, 1997; Trecia *et al.*, 1990) est dégradée. La présence de microalgues (périphyton) et la sédimentation nuisent à la fixation et au développement des œufs (Rupp, 1959; Hutchinson et Mills, 1987; Brassard et Tardif, 1994; Brassard et Verreault, 1995). D'ailleurs, les frayères des rivières Boyer, Kamouraska et des Trois-Pistoles ont été abandonnées à

la suite d'une détérioration de la qualité de l'eau et de l'habitat (Trecia, 1999; G. Verreault, données non publiées).

L'éperlan est une espèce qui peut compenser la perte d'un site de reproduction par un autre possédant des caractéristiques optimales (Murawski et Cole, 1978) ce qui représente un avantage pour la restauration d'une population. Jusqu'à maintenant, plusieurs mesures de restauration ont été entreprises sur la rivière Fouquette et surtout sur la rivière Boyer. Malgré les efforts de restauration entrepris depuis 1990, la qualité de l'eau sur cette dernière rivière ne s'est pas améliorée de façon significative (Trecia, 1999). En 2002, un seul éperlan y a été capturé dans la zone soumise aux marées, et aucun en 2003 (G.

Trecia, données non publiées). Les activités agricoles dans le bassin versant génèrent encore aujourd'hui des surplus annuels de 317 tonnes de phosphore et de 630 tonnes d'azote (Laflamme *et al.*, 1998). L'ampleur des pertes en composés agricoles associés à ces nutriments (matières organiques, bactériologiques, chimiques) peut interférer avec le comportement des éperlans. L'hypothèse la plus vraisemblable pour expliquer la situation observée dans la rivière Boyer est une détection olfactive possible, par le poisson, de substances hydrosolubles dérivées du lisier de porc, qui pourraient agir comme un répulsif à la reproduction de l'éperlan sur cette rivière (Trecia, 1999). La problématique du surplus en



Figure 7. Transfert d'une jarre d'œufs d'éperlan lors d'une expérience de marquage

nutriments pourrait être atténuée progressivement par l'application du nouveau Règlement sur les exploitations agricoles (REA). Ce règlement prescrit notamment des normes de fertilisation basées sur l'équilibre entre la production de phosphore et la capacité de support d'un territoire à l'échelle de chaque entreprise agricole (C. Soucy, comm. pers., 2003)³. Il importe de signaler que même avec une correction de cette situation, les sols agricoles contiennent encore les surplus accumulés qu'ils relâcheront pendant quelques années. La qualité de l'eau ne pourra se rétablir qu'avec l'appauvrissement des sols en nutriments. Par contre, la situation est réversible. Lorsque les conditions optimales sont rétablies, l'éperlan peut utiliser à nouveau une ancienne frayère comme le démontre la fréquentation récente de la rivière du Loup en période de fraie.

La dégradation de la qualité de l'eau par un enrichissement excessif est maintenant une problématique qui affecte la rivière Fouquette (Simoneau, 1999; Pouliot et Verreault, 2001). Les rivières Boyer et Fouquette montrent d'ailleurs des similitudes en ce qui concerne la proportion de leur bassin affectée à l'agriculture, la densité animale rencontrée et les concentrations d'éléments nutritifs (phosphore dissous et azote total) observées dans l'eau (Simoneau, 1999; Pouliot et Verreault, 2001). La contribution effective de la rivière Fouquette au recrutement de la population est même mise en doute en raison de l'état de dégradation de l'habitat et de la qualité de l'eau. La prolifération du périphyton causée par la concentration excessive d'éléments nutritifs se produit, sur cette rivière, quelques jours après la ponte. En 2000, le décompte quotidien des œufs dans des parcelles témoins confirme une mortalité importante par asphyxie à cause du recouvrement par le périphyton (Pouliot et Verreault, 2000).

La localisation d'une frayère peut également influencer la survie des œufs. En effet, Rupp (1965) a démontré que

la déposition d'œufs près de la surface dans un milieu régulièrement exondé mène à la dessiccation et à la mort de ces œufs. Il s'agit d'une problématique observée à la rivière du Loup et au ruisseau de l'Église, qui s'explique par le jeu des marées.

L'impact de la prédation et de la compétition n'est pas connu, mais ces facteurs ne semblent pas limiter l'abondance de la population (Robitaille et Vigneault, 1990). La situation de l'éperlan dans la chaîne trophique en fait un poisson peu affecté par la contamination par des substances toxiques tels les BPC (Robitaille *et al.*, 1991; Giroux, 1997). On connaît peu de choses de l'influence des maladies et du parasitisme sur la survie de la population (Bergeron et Ménard, 1995; Giroux, 1997), mais des études effectuées sur la population de la rive nord indiquent un impact important du parasitisme sur la quantité de nourriture ingérée, la croissance (Sirois et Dodson, 2000) et le taux de survie (Bourque, en prép.) des premiers stades de croissance des juvéniles.

La protection des zones d'alevinage est également une nécessité pour le maintien de la population. Toute perturbation (endiguement de milieux humides à des fins agricoles, empiètement, pollution, dragage, etc.) des aires de croissance en zone intertidale pourrait contribuer au déclin de la population (Girault, 2002), puisque ces habitats sont essentiels au développement larvaire de l'éperlan.

Plan de rétablissement incluant la protection et la restauration des frayères

Le plan de rétablissement qui a été élaboré en 2003 a pour but d'identifier des actions qui feront en sorte d'empêcher que cette population devienne un jour menacée de disparition. Quelque 25 actions ont été identifiées visant à rencontrer quatre objectifs. On propose de protéger et d'améliorer les habitats encore utilisés par l'éperlan afin de s'assurer que ceux-ci ne disparaissent à leur tour. On recom-

mande, de plus, que des efforts se continuent et surtout s'intensifient afin de restaurer les habitats qui ont été désertés. Plusieurs des actions également suggérées concernent une amélioration des connaissances scientifiques afin d'être en mesure de mieux comprendre les problématiques en cause et d'agir efficacement pour rétablir cette population. La diffusion des résultats de recherche et la promotion de bonnes pratiques auprès des utilisateurs de la ressource et des résidents riverains des rivières concernées permettra de sensibiliser ces personnes à la protection de l'espèce et aux raisons qui sous-tendent les changements qui les affecteront. Finalement, une diminution du taux de mortalité par la pêche est essentielle, car présentement l'exploitation par la pêche est la principale composante du taux de mortalité totale observée chez les adultes.



Figure 8. Partie aval de la rivière Boyer où frayait autrefois l'éperlan, et sa jonction avec le fleuve Saint-Laurent.

Les actions préconisées pour parvenir à ces résultats ont été classées selon un ordre de priorité et une séquence de réalisation permettant de planifier le travail de la façon la plus avantageuse en fonction du but recherché.

Conclusion et perspectives pour les prochaines années

Depuis environ 15 ans, les travaux sur l'éperlan arc-en-ciel anadrome du sud de l'estuaire se sont multipliés et par la suite, sur d'autres populations de la même espèce : distinction génétique et morphométrique des populations, étude du comportement et des habitats de fraye, identification des principaux sites d'alevinage, production assistée grâce à un incubateur, techniques de marquage... autant de nouveaux aspects nécessaires à la bonne gestion de la population. Ce qu'il convient de faire pour préserver ce qu'il en reste, et même de retrouver l'abondance d'autrefois, a fait l'objet d'un plan de rétablissement. La contribution d'une multitude d'intervenants sera requise pour y parvenir.

L'éperlan est une espèce sentinelle du Saint-Laurent. Sa situation constitue un indicateur du succès que la société tout entière obtiendra à maintenir un milieu de vie de qualité, pour elle comme pour la faune qui peuple ce majestueux cours d'eau. ◀

Références

- BERGERON, P. et Y. MÉNARD, 1993. Structure de la population d'éperlan arc-en-ciel anadrome (*Osmerus mordax*) durant la fraye en 1990, 1991 et 1992 dans trois rivières de la rive sud de l'estuaire du Saint-Laurent. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Service de l'aménagement de la faune, Direction régionale de Québec, Québec. 45 p.
- BERGERON, P. et Y. MÉNARD, 1995. Suivi pluriannuel de la reproduction de l'éperlan arc-en-ciel anadrome (*Osmerus mordax*) dans trois rivières de la rive sud de l'estuaire du Saint-Laurent (1990-1993). Ministère de l'Environnement et de la Faune, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune. 87 p.
- BERNATCHEZ, L., S. MARTIN, A. BERNIER, S. TREMBLAY, G. TRENCA, G. VERREAULT et Y. VIGNEAULT, 1995. Conséquences de la structure génétique de l'éperlan arc-en-ciel (*Osmerus mordax*) pour la réhabilitation de l'espèce dans l'estuaire du Saint-Laurent. Ministère des Pêches et des Océans. Direction de la gestion de l'habitat du poisson. vi + 45 p.
- BERNATCHEZ, L. et S. MARTIN, 1996. Mitochondrial DNA diversity in anadromous rainbow smelt, *Osmerus mordax* Mitchell: a genetic assessment of the member-vagrant hypothesis. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 53: 424-433.
- BOUCHARD, L. et M. LAROSE, 1999. Système d'incubation d'œufs d'éperlans arc-en-ciel en milieu naturel. Premier atelier nord-américain sur l'éperlan arc-en-ciel, Québec 21-23 février 1999: 13-19.
- BOURQUE, en prép. sur l'impact du parasitisme sur la quantité de nourriture ingérée, la croissance et le taux de survie des premiers stades de croissance des juvéniles.
- BRASSARD, C. et R. TARDIF, 1994. Observations sur les sites de reproduction de l'éperlan arc-en-ciel (*Osmerus mordax*) des rivières Ouelle et Fouquette. Ministère de l'Environnement et de la Faune, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Direction régionale du Bas-Saint-Laurent. 20 p.
- BRASSARD, C. et G. VERREAULT, 1995. Indice de qualité de l'habitat de reproduction de l'éperlan arc-en-ciel (*Osmerus mordax*) anadrome de l'estuaire sud du Saint-Laurent. Ministère de l'Environnement et de la Faune, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Direction régionale du Bas-Saint-Laurent, 26 p.
- CARRIER, D., R. BOSSÉ et G. TRENCA, 1982. Étude de la fraye de l'éperlan en 1982 à la rivière Boyer, comté de Bellechasse, et synthèse des renseignements sur la fraye compilés depuis 1978. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche. 22 p.
- CHASE, B.C., 1999. Massachusetts Bay smelt spawning habitat monitoring and restoration. Premier atelier nord-américain sur l'éperlan arc-en-ciel, Québec 21-23 février 1999: 10-12.
- DUDNIK, Y.I. and F.G. SHCHUKINA, 1990. Spawning of rainbow smelt, *Osmerus mordax dentex*, in the rivers of northwest Sakhalin. *Voprosy Ikhtologii*. 30, (1):151-154.
- DUTIL, J.-D. et M. FORTIN, 1983. La communauté de poissons d'un marécage intertidal de l'estuaire du Saint-Laurent. *Le Naturaliste canadien (Rev. Écol. Syst.)*, 110: 397-410.
- ÉQUIPE DE RÉTABLISSEMENT DE L'ÉPERLAN ARC-EN-CIEL, 2003. Plan d'action pour le rétablissement de l'éperlan arc-en-ciel (*Osmerus mordax*), population du sud de l'estuaire du Saint-Laurent. Société de la faune et des parcs du Québec, Direction du développement de la faune, 30 p. + annexe.
- FRÉCHET, A., J.J. DODSON and H. POWLES, 1983. Use of variation in biological characters for the classification of anadromous rainbow smelt (*Osmerus mordax*) groups. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 40: 718-727.
- GADET, A., 2001. Étude de la fécondité de l'éperlan arc-en-ciel (*Osmerus mordax*) de la rive sud du Saint-Laurent (Québec). École Supérieure d'Agriculture et Société de la faune et des parcs du Québec, Direction de l'aménagement de la faune du Bas-Saint-Laurent. 38 p. + annexes.
- GIRAULT, C., 2002. Suivi 2002 des juvéniles d'éperlan arc-en-ciel (*Osmerus mordax*) dans l'estuaire du Saint-Laurent. DUS IMACOF et Société de la faune et des parcs du Québec, Direction de l'aménagement de la faune de la région du Bas-Saint-Laurent. 58 p.
- GIROUX, M., 1997. Rapport sur la situation de la population d'éperlan arc-en-ciel (*Osmerus mordax*) anadrome sud de l'estuaire du Fleuve Saint-Laurent au Québec. Sinfibec pour le Ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec, Direction de la faune et des habitats. 52 p.
- GRITSSENKO, O.F., A.A. CHURIKOW and S.S. RODIONOVA, 1984. The reproductive ecology of the Arctic Smelt, (*Osmerus mordax dentex*) (Osmeridae), in the rivers of Sakhalin Island. *J. Ichtyol.* 24(3):23-33.
- HOUE, E.D., 1987. Fish early life dynamics and recruitment variability. *Am. Fish. Soc. Symp.*, 2:17-29.
- HUTCHINSON, P. and D.H. MILLS, 1987. Characteristics of spawning-run smelt, (*Osmerus eperlanus*) (L.) from a Scottish river, with recommendations for their conservation and management. *Aquaculture and Fisheries Management*, 18: 249-258.
- LAFLAMME, D., I. PICHÉ, A. MICHAUD, Y. BÉDARD, G. TRENCA, R. LAROCHE, L. CHAMPAGNE et J.M. GOUIN, 1998. Situation environnementale de la rivière Boyer. Ministères de l'Environnement et de la Faune, de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation en collaboration avec Saint-Laurent Vision 2000 et le Groupe d'intervention pour la restauration de la Boyer, 202 p.
- LECOMTE, F. and J.J. DODSON, 2004. Role of early-life constraints and resource polymorphism in the segregation of sympatric populations of an estuarine fish. *Evolutionary Ecology Research*, (6): 631-658.
- LECOMTE, F. et J.J. DODSON, 1999. Discrimination morphologique des populations d'éperlans de l'estuaire du Saint-Laurent: implications et applications potentielles. Premier atelier nord-américain sur l'éperlan arc-en-ciel, Québec 21-23 février 1999: 39-42.
- LECOMTE, F., J.J. DODSON et S. GEORGES, 2001. Structure des populations d'éperlans arc-en-ciel du Saint-Laurent; données provenant de micro-satellites. Résumé pour le 6^e atelier sur les pêches commerciales, janvier 2001. 9 p.
- LEMIEUX, C. et G. MICHAUD, 1995. Mise en valeur de l'habitat de poisson de la réserve nationale de faune et l'Isle-Verte (1994). Rapport conjoint Société de conservation de la baie de l'Isle-Verte et Groupe Environnement Shoener pour la Direction de la gestion de l'habitat du poisson (KGHP), ministère des Pêches et des Océans Canada. 41 p. + 3 annexes

- MARCOTTE, A. et J.-C. TREMBLAY, 1948. Notes sur la biologie de l'éperlan de la province de Québec. Université Laval. Québec.
- MASSICOTTE, B., G. VERREAU, et L. DÉSILETS, 1990. Structure des communautés ichtyennes intertidales de l'estuaire du Saint-Laurent et possibilité d'utilisation pour un suivi environnemental. rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. #1752: vii + 27 p.
- MCKENZIE, R.A., 1964. Smelt life history and fishery in the Miramichi River, New Brunswick. F. R. B. C. 1964. Bull. 144.
- MURAWSKI, S.A. and C.F. Cole, 1978. Population dynamics of anadromous smelt *Osmerus mordax*, in a Massachusetts river system. Trans. Am. Fish. Soc., 107(4): 535-542.
- QUELLET, P. and J.J. DODSON, 1985. Tidal exchange of anadromous rainbow smelt (*Osmerus mordax*) larvae between a shallow spawning tributary and the St. Lawrence estuary. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 42:332-341.
- PELLETIER, C., R. TARDIF et G. VERREAU, 1996. Échantillonnage de l'éperlan arc-en-ciel (*Osmerus mordax*) en période de reproduction: analyse et proposition d'un protocole. Ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction régionale du Bas-Saint-Laurent, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Rivière-du-Loup, 17 p.
- PETTIGREW, P., 2002. Pêche commerciale et sous la glace à l'éperlan arc-en-ciel (*Osmerus mordax*) à l'Isle-Verte en 1999-2000. Société de la faune et des parcs du Québec, Direction de l'aménagement de la faune de la région du Bas-Saint-Laurent. 18 p.
- POULIOT, G., 2002. Dynamique de la population d'éperlans arc-en-ciel (*Osmerus mordax*) du sud de l'estuaire du Saint-Laurent par l'analyse de cohortes de reproducteurs fréquentant la rivière Fouquette entre 1994 et 2001. Société de la faune et des parcs du Québec, Direction de l'aménagement de la faune de la région du Bas-Saint-Laurent. 47 p.
- POULIOT, G. et G. VERREAU, 2000. Suivi de la reproduction de l'éperlan arc-en-ciel de la rive sud de l'estuaire du Saint-Laurent en 2000. Société de la Faune et des Parcs du Québec, Direction de l'aménagement de la faune de la région du Bas-Saint-Laurent. 15 p.
- POULIOT, G. et G. VERREAU, 2001. Plan directeur de conservation et de gestion intégrée des ressources du bassin versant de la rivière Fouquette. Société de la faune et des parcs du Québec, Direction de l'aménagement de la faune de la région du Bas-Saint-Laurent et Saint-Laurent Vision 2000. 104 p.
- ROBITAILLE, J.A. et Y. VIGNEAU, 1990. L'éperlan arc-en-ciel (*Osmerus mordax*) anadrome de l'estuaire du Saint-Laurent: synthèse des connaissances et problématique de la restauration des habitats de fraie dans la rivière Boyer. Ministère Pêches et Océans Canada, Direction de la gestion des pêches et de l'habitat, Division de l'habitat du poisson. Rapport manuscrit canadien des sciences halieutiques et aquatiques # 2057. 56 p.
- ROBITAILLE, J.A., L. CHOINIÈRE et Y. VIGNEAU, 1991. Identification des populations de poissons d'intérêt économique en situation précaire dans le réseau du Saint-Laurent et sélection des espèces pour des interventions immédiates. Rapp. Tech. Can. Sci. Halieut. Aquat. #1810:ix + 24 p.
- ROBITAILLE, J.A., L. CHOINIÈRE, G. TRENCIA et G. VERREAU, 1994. Pêche sportive de l'éperlan arc-en-ciel (*Osmerus mordax*) sur la rive sud de l'estuaire du Saint-Laurent en 1991. Ministère de l'Environnement et de la Faune, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Directions régionales de Québec et du Bas-Saint-Laurent/Gaspésie/Îles-de-la-Madeleine. Rapp. Tech. ix + 69 p.
- ROTHSCHILD, B.J., 1961. Production and survival of eggs of the American smelt (*Osmerus mordax*)(Mitchill), in Maine. Trans. Am. Fish. Soc., 90(1):42-48.
- RUPP, R.S., 1959. Variation in the life history of the American Smelt in inland waters of Maine. T. Am. Fish. Soc., 88(4): 241-252.
- RUPP, R.S., 1965. Shore-spawning and survival of eggs of the American Smelt. Trans. Am. Fish. Soc. 94(2): 160-168.
- SCOTT, W.P. et E.J. CROSSMAN, 1974. Poissons d'eau douce du Canada. Bulletin canadien des sciences halieutiques et aquatiques, no 184, 1026 p.
- SIMONEAU, M., 1999. Caractéristiques physico-chimiques des frayères de l'éperlan arc-en-ciel du sud de l'estuaire du Saint-Laurent. Premier atelier nord-américain sur l'éperlan arc-en-ciel, Québec 21-23 février 1999:69-71.
- SIROIS, P. and J.J. DODSON, 2000. Influence of turbidity, food density and parasites on ingestion and growth of larval rainbow smelt *Osmerus mordax* in an estuarine turbidity maximum. Mar. Ecol. Prog. Ser., 193: 167-179.
- TARDIF, R., 1995. Recherche de frayères d'éperlan arc-en-ciel (*Osmerus mordax*) entre La Pocatière et Bic, printemps 1994. Ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec, Direction régionale du Bas-Saint-Laurent, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Rivière-du-Loup, 19 p.
- TARDIF, R., 1999. Inventaire des sites potentiels de fraye de l'éperlan arc-en-ciel (*Osmerus mordax*) de Bic à Matane et vérification des frayères des rivières Fouquette et Ouelle. Société de la faune et des parcs du Québec, Direction régionale du Bas-Saint-Laurent, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, 24 p.
- TRENCIA, G., 1999. Restauration de la rivière Boyer. Premier atelier nord-américain sur l'éperlan arc-en-ciel, Québec 21-23 février 1999: 83-85.
- TRENCIA, G. et D. FOURNIER, 1999. Vérification de la fraye de l'éperlan arc-en-ciel dans des tributaires du Saint-Laurent en 1995. Service de la faune et du milieu naturel, Direction régionale Chaudière-Appalaches. Faune et Parcs Québec. 6 p.
- TRENCIA, G. et B. LANGEVIN, 2003. Incubation d'œufs d'éperlan arc-en-ciel au ruisseau de l'Église en 2001 et 2002. Société Faune et Parcs du Québec, Direction de l'aménagement de la faune, Région de la Chaudière-Appalaches, iii +18 pages + 3 annexes.
- TRENCIA, G., G. VERREAU et D. CARRIER, 1990. Le passé, le présent et le futur de l'éperlan de l'estuaire; une histoire de disparition ou de restauration. Symposium sur le Saint-Laurent, un fleuve à récupérer. Collection Environnement et Géologie, Vol. 11, Ass. Biol. Québec, 472-496.
- VERREAU, G., P. PETTIGREW, R. TARDIF et G. TRENCIA, 1999. Reproduction de l'éperlan arc-en-ciel du sud de l'estuaire du Saint-Laurent. Premier atelier nord-américain sur l'éperlan arc-en-ciel, Québec 21-23 février 1999: 87-91.
- VERREAU, G. et P. PETTIGREW, 2002. Évaluation des captures non dirigées de poissons dans les engins de pêche à l'anguille du Bas-Saint-Laurent en 1999. Le Naturaliste canadien, 126, (2): 37-44.
- VERREAU, G. et R. TARDIF, 1989. L'éperlan arc-en-ciel anadrome de la rivière Ouelle: population et reproduction. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Direction régionale du Bas-Saint-Laurent. Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune. 26 p.
- VLADYKOV, V.D. et A. MICHAUD, 1957. Les voyages de l'éperlan. Actualités marines, 1, (1):15-19.
- VLADYKOV, V.D., 1946. Études sur les mammifères aquatiques: IV.-Nourriture du marsouin blanc ou béluga (*Delphinapterus leucas*) du fleuve Saint-Laurent. Contribution du Département des Pêcheries, Québec, n° 17, 160 p + fig 41 et 42.
- WHARFE, J.R., R.R. WILSON and R.A. DINES, 1984. Observation on the fish population of an East Coast Estuary. Marine Pollution Bulletin, 15, (4): 133-136.

1. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation, Direction régionale de l'Estuaire et des eaux intérieures.
2. Bureau d'Écologie appliquée, Lévis.
3. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation, Direction de l'environnement et du développement durable.

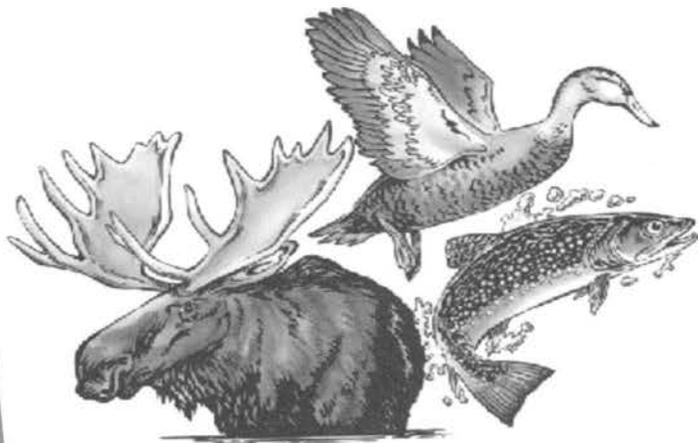
Fédération québécoise de la faune

La représentante des pêcheurs et des chasseurs au Québec!

Devenir membre, c'est donner un coup de pouce à l'avenir, à la préservation des habitats fauniques. Devenir membre, c'est se donner un coup de pouce à nous-mêmes, chasseurs et pêcheurs.

Devenir membre, c'est une foule d'avantages tels que :

- Assurance contre les accidents 24 heures sur 24, protection au travail, à la maison et pendant tous vos loisirs incluant la chasse et la pêche;
- Assurance de responsabilité civile, couverture de 1 000 000 \$, pendant la chasse, la pêche, le tir à l'arc et à l'arme à feu;
- Abonnement gratuit à la revue Info FQF;
- Vous recevrez une magnifique épinglette de collection, différente, année après année;
- Des rabais chez PROPAC chasse et pêche, Monsieur Muffler, Lebeau Vitres d'autos et dans certaines pourvoiries;
- Et bien plus encore!



L'union fait la faune

DEVENEZ MEMBRE :
1 888 LAFANE

(numéro sans frais)

Je veux devenir membre de la Fédération québécoise de la faune

COUPON - RÉPONSE

Nom _____ Prénom _____

Adresse _____

Code postal _____

Téléphone _____ Télécopieur _____

Date de naissance _____

Visa Master Card N° _____ Exp. _____

Oui, j'autorise la FQF à prélever 39,95 \$ par année sur ma carte de crédit afin de renouveler automatiquement mon adhésion.

Je désire adhérer à la FQF afin de la supporter dans sa mission qui est de contribuer à la gestion, au développement et à la perpétuation de la chasse et de la pêche comme activités traditionnelles et sportives, et cela, dans le respect de la faune et de ses habitats.

Signature _____

Faire parvenir à l'adresse suivante le coupon-réponse et un chèque de 39,95 \$ (taxes incluses), libellé au nom de la **Fédération québécoise de la faune** 6780, 1^{re} Avenue, bureau 109 Charlesbourg (Québec) G1H 2W8 Télécopieur : (418) 622-6168 Site internet : www.fqf.qc.ca

Devenez membre,
appelez au 1 888 LAFANE



Fédération québécoise
de la **faune**

Modélisation numérique 2 D de l'habitat des poissons du Saint-Laurent fluvial pour évaluer l'impact des changements climatiques et de la régularisation

Marc Mingelbier et Jean Morin

Résumé

Le bassin hydrographique des Grands Lacs et du fleuve Saint-Laurent abrite des écosystèmes sensibles aux variations climatiques et à la régularisation du débit et du niveau d'eau. Dans cet article, nous présentons des résultats concernant l'habitat des poissons, provenant d'une équipe multidisciplinaire composée d'hydrologues et de biologistes intéressés par la modélisation du Saint-Laurent. Cette équipe modélise plusieurs autres composantes de l'écosystème telles que la végétation émergente et submergée, l'évolution des marais, l'habitat des oiseaux palustres et l'habitat de plusieurs espèces vulnérables animales et végétales, en lien avec des dimensions physiques aussi variées que le débit et le niveau d'eau, la vitesse du courant, la lumière disponible au fond de l'eau, l'exposition aux vagues, le transport et le type de sédiments et aussi la température.

Des modèles d'habitat multivariés ont été combinés avec un modèle numérique 2 D à haute résolution pour prédire la présence d'espèces de poissons dans le fleuve Saint-Laurent. Les superficies d'habitat disponible, indispensables dans ces études d'impacts, ont été évaluées pour dix espèces clés et six scénarios de débit différents. Les relations entre la superficie d'habitat et le débit ont été calculées et utilisées pour transformer les séries historiques de débit en superficie d'habitat disponible. Les résultats indiquent 1) une forte concordance entre les résultats des modèles d'habitat et les observations de terrain, 2) une large gamme de réponses des poissons aux variables d'habitat reflétant les habitudes écologiques variées des poissons et supportant l'idée que le régime hydrologique du Saint-Laurent doit continuer de varier d'une année à l'autre pour satisfaire tour à tour ces espèces, 3) que le transfert des modèles d'habitat à d'autres régions du fleuve doit être fait prudemment à cause de la topographie changeante du milieu, 4) qu'il faut faire un examen détaillé par régions hydrographiques et une interprétation écologique approfondie avant de traduire les résultats en outils de gestion, 5) que des recherches ultérieures devraient raffiner et valider les modèles d'habitat, 6) qu'on dispose aujourd'hui d'outils adéquats pour mieux comprendre la dynamique écosystémique du Saint-Laurent et tester les nouveaux plans de régularisation et enfin, 7) que ce type de modélisation est prometteur pour beaucoup d'applications et mériterait d'être utilisé par d'autres écologistes s'intéressant au Saint-Laurent.

Introduction

Le débit des cours d'eau joue un rôle déterminant dans l'écologie des poissons, entre autres dans la répartition des habitats de reproduction et d'alimentation, la migration, la croissance, la survie, la composition spécifique et l'abondance des espèces (Stalnaker, 1979; Petts et Calow, 1996). Un grand cours d'eau comme le fleuve Saint-Laurent est influencé à divers degrés par les variations de débit (Vincent et Dodson, 1999), qui dépendent principalement du climat. Les niveaux d'eau des Grands Lacs et du fleuve Saint-Laurent varient selon de longs cycles d'environ 30 ans (Chanut *et al.*, 1988 et références citées dans cet article). L'alternance d'épisodes de faible et de forte variabilité influe sur l'abondance de plusieurs espèces commerciales (p. ex. Nilo *et al.*, 1997; Fortin *et al.*, 1990; Mingelbier *et al.*, 2001).

Aux cycles naturels s'ajoutent des variations liées aux changements climatiques touchant le bassin des Grands Lacs et du fleuve Saint-Laurent, susceptibles de causer une diminution du débit de 40 % au cours du XXI^e siècle (Mortsch et Quinn, 1996). Une telle diminution aurait un impact considérable au printemps sur l'accès aux habitats essentiels tels que les frayères naturelles et les marais aménagés le long du fleuve Saint-Laurent au printemps (Brodeur *et al.*, 2003; Brodeur *et al.*, 2004) et également sur la survie et la croissance des poissons à tous les stades de vie.

La régularisation du débit sortant du lac Ontario, le principal tributaire du fleuve Saint-Laurent, est aussi importante. Elle crée des variations hydrologiques à plusieurs échelles temporelles : 1) à l'échelle journalière pour répondre à la demande d'hydroélectricité, 2) hebdomadaire pour faciliter le passage des gros navires et 3) saisonnière au début de l'hiver pour faciliter la prise de la glace et au printemps pour modérer les inondations en écrétant la crue et aussi en désynchronisant la crue des Grands Lacs et celle de l'Outaouais. Malgré les impacts connus ou soupçonnés sur les organismes vivants, les préoccupations environnementales n'ont jamais été prises en compte. Le plan de régularisation en vigueur depuis le début des années 1960 fait actuellement

Marc Mingelbier est biologiste à la Direction de la recherche sur la faune du ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs du Québec.

Jean Morin est chercheur en modélisation fluviale au Service météorologique du Canada à Environnement Canada.

l'objet d'une révision visant à inclure des critères qui tiennent compte de divers facteurs environnementaux. Il faut élaborer des indicateurs environnementaux afin d'évaluer plusieurs scénarios et d'améliorer le plan de régularisation actuel. En raison de contraintes logistiques, une telle tâche est rarement entreprise, particulièrement dans un réseau hydrographique de l'ampleur du Saint-Laurent.

Le but de cette étude est d'évaluer la sensibilité aux variations du débit de l'habitat de plusieurs espèces de poissons séjournant dans la partie fluviale du Saint-Laurent. Un modèle numérique 2 D à haute résolution spatiale a été combiné avec des modèles d'habitat multivariés afin de prédire les superficies d'habitat disponibles en été pour les poissons, selon six scénarios de débit réalistes en matière d'écologie et susceptibles de se produire dans les années à venir. L'étude a porté plus particulièrement sur l'habitat utilisé par des poissons adultes à la fin de leur saison de croissance. Un travail comparable a été fait pour les habitats de reproduction printaniers (Brodeur *et al.*, en préparation).

Méthodologie

Échantillonnage des poissons et description de l'habitat

L'aire d'étude est située dans la partie fluviale du Saint-Laurent (figure 1). Dans le cadre du Réseau de suivi ichtyologique (La Violette *et al.*, 2003), trois grilles de stations denses ont été visitées à la fin de l'été dans les régions de Montréal – Sorel (2001), du lac Saint-Pierre (2002) et de l'archipel de Sorel (2003). La période d'échantillonnage correspond à la fin de la saison de croissance des poissons adultes. L'échantillonnage des poissons et la description de l'habitat ont été faits simultanément. L'échantillonnage a été effectué avec des seines à tous les kilomètres linéaires le long de la rive (0-1 m de profondeur) et avec des filets maillants à tous les 1,5 km² pendant des périodes de 24 h (1,8-11,3 m de profondeur, sauf dans la voie navigable). Les variables d'habitat suivantes ont été mesurées sur le terrain : la profondeur de l'eau, la transparence (disque de Secchi et turbidité), la conductivité, la température, le diamètre du substrat ainsi que le type et la densité de végétation. D'autres variables d'habitat n'ont pas été mesurées sur le terrain, mais ont été calculées à l'aide d'un modèle hydrodynamique 2 D. Il s'agit de la vitesse du courant, de la profondeur de l'eau, de la pente locale au fond, de la densité et du type de végétation, de l'exposition aux vagues et de la lumière disponible au fond (Morin *et al.*, 2003). Ces résultats ont été validés par des mesures de terrain et ont été incluses dans la matrice contenant les données sur les poissons et leur habitat pour l'analyse statistique.

Modèles d'habitat prédisant la présence des poissons et les superficies disponibles

Les trois périodes d'échantillonnage ont été regroupées dans la même matrice. Une première régression logistique univariée ($p < 0,15$) a été appliquée entre les observations de présence/absence des poissons (variables dépendantes) et les variables d'habitat (variables indépendantes) pour sélectionner les variables d'habitat les plus significatives et éliminer les relations fortuites. Les modèles d'habitat du poisson ont ensuite été réalisés avec une régression logistique multivariée progressive ($p < 0,05$). Des validations croisées ont été effectuées pour chaque modèle d'habitat en isolant tour à tour chaque observation (méthode *leave one out*) et aussi en comparant les modèles d'habitat obtenus séparément pour les trois régions du fleuve (résultats non montrés).

Les modèles d'habitat retenus ont été combinés au même modèle 2 D pour faire des cartes très précises représentant la probabilité de présence de chaque espèce de poissons. Après avoir fixé un seuil discriminant les présences et les absences de chaque espèce, la superficie utile pondérée (SUP), représentant les habitats disponibles, a été calculée selon six scénarios de débit variant de 5 000 m³s⁻¹ à 12 000 m³s⁻¹ (Morin et Bouchard, 2000). Les superficies ont été mesurées individuellement pour les quatre régions hydrographiques de l'aire d'étude et aussi globalement pour tout le Saint-Laurent fluvial. Ces relations ont ensuite été utilisées pour transformer les séries de débit à long terme en superficie d'habitat disponible pour tester les plans de régularisation.

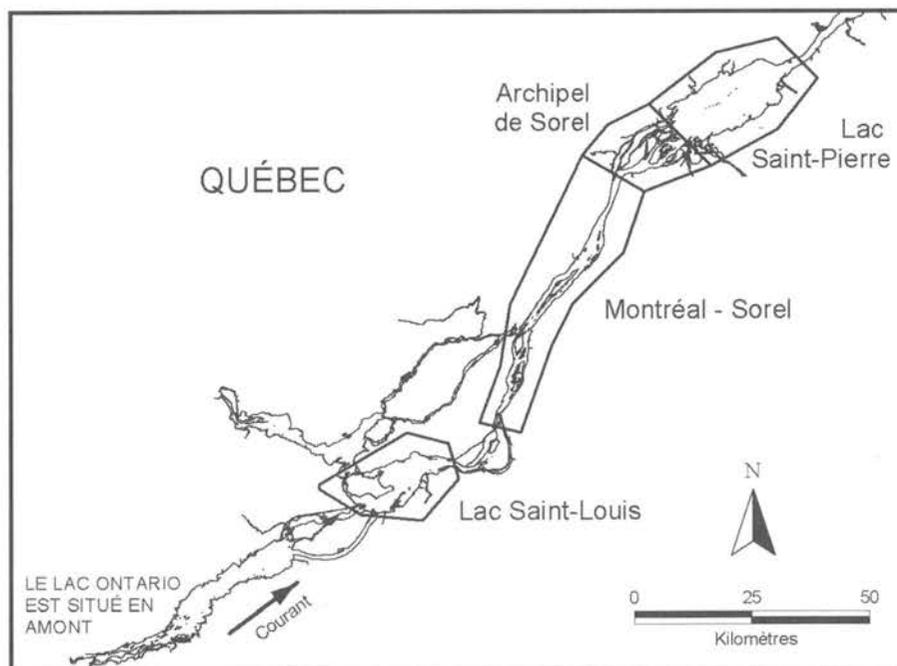


Figure 1. L'aire d'étude, située dans la partie fluviale du Saint-Laurent, est divisée en quatre régions où règnent des conditions hydrographiques différentes.

Reconstitution des séries historiques d'habitat

Pour quantifier l'impact de la régularisation du Saint-Laurent sur les habitats d'été, on a comparé les SUP estimées à partir de deux séries de débit moyen en septembre à Sorel pour la période 1960 – 2000 : une série correspondait au débit régularisé selon le plan 1958-DD tel qu'il a été mesuré et l'autre au débit naturel tel qu'il aurait été mesuré en absence de régularisation (Morin et Bouchard, 2000). Pour ce faire, les relations établies entre les SUP et le débit ont été couplées au débit annuel moyen au début de septembre. De cette façon il fut possible de reconstituer les potentiels d'habitats disponibles pour chaque série de débit et de suivre leur évolution au cours du temps. Pour illustrer les différentes réponses à la régularisation d'une région à l'autre du Saint-Laurent, la série historique des habitats disponibles a été calculée pour plusieurs régions du fleuve. Plus tard, lorsque nous disposerons de nouvelles séries correspondant à d'autres plans de régularisation, nous les testerons de la même façon pour évaluer leur performance.

Résultats et discussion

Modèles d'habitat probabilistes

Les régressions logistiques univariées ont permis de déterminer les variables d'habitat significatives pour chaque espèce dans les trois régions du fleuve (résultats non montrés). Les espèces lotiques, telles que l'esturgeon jaune, le doré jaune et le doré noir, montraient des probabilités de présence élevées dans les zones de courant rapide et de faible couverture végétale. Au contraire, la présence des espèces lenticques, telles que le grand brochet, le méné jaune, le queue à tache noire, l'achigan à grande bouche, le crapet-soleil et la barbotte brune, était prédite dans des zones de végétation submergée, généralement dense. Cela explique pourquoi la relation entre la plupart de ces espèces et le substrat d'argile nue était négative, puisque ce substrat est généralement dépourvu de végétation.

Les résultats des régressions logistiques multivariées reflétaient l'hétérogénéité de l'habitat et les préférences de chaque espèce de poissons (figure 2). Les présences de poissons prédites avec les modèles 2 D ont été comparées avec les observations de terrain, et la concordance a varié de 77 % à 89 %. La variance expliquée du modèle d'habitat multivarié a varié de 0,21 à 0,56 (R^2 mis à l'échelle), selon l'espèce et la région du fleuve. La concordance et la variance expliquée les plus élevées ont été obtenues dans les modèles d'habitat des espèces utilisant un habitat particulier (p. ex. l'esturgeon jaune, le queue à tache noire, le méné jaune, l'achigan à grande bouche et le doré jaune). Les modèles d'habitat correspondant à la plus faible variance expliquée ont été obtenus pour les espèces les plus tolérantes ou ubiquistes (p. ex. la perchaude, le meunier noir) et les espèces ayant un faible nombre de présences dans l'ensemble des données (p. ex. l'achigan à petite bouche).

Les variables d'habitat corrélées négativement à la présence de poissons ont été interprétées comme des variables limitantes. Par exemple, la vitesse du courant était parmi les variables les plus significatives, ce qui souligne la dichotomie entre les espèces lenticques et lotiques en matière de répartition. La présence du crapet-soleil, de l'achigan à grande bouche, de la barbotte brune et du méné jaune était corrélée négativement à la vitesse du courant. La présence de l'esturgeon jaune, du grand brochet, de la barbotte brune, du doré jaune et du doré noir était corrélée négativement à la profondeur. La présence de poissons était également corrélée positivement à des variables d'habitat telles que la végétation aquatique, qui était très dense dans l'habitat du grand brochet, du crapet-soleil, du méné jaune, du queue à tache noire, de la perchaude et de la barbotte brune. L'achigan à grande bouche et le crapet de roche se trouvaient au-dessus

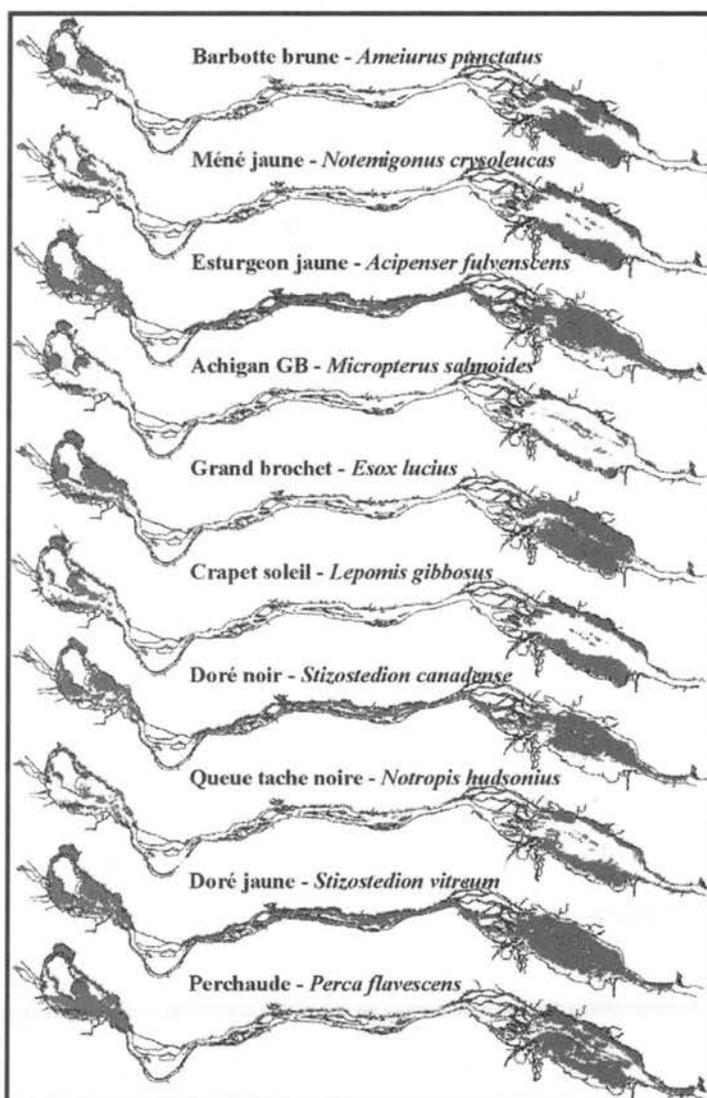


Figure 2. Superficies d'habitats potentiels simulées pour dix espèces clés de poissons et correspondant à un débit de $9500 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ à Sorel. Les secteurs en gris présentent la probabilité de présence de chaque espèce et les secteurs en blanc, la probabilité d'absence.

de substrats grossiers tandis que la barbotte brune se trouvait principalement au-dessus du limon. La présence du crapet-soleil, du grand brochet, du méné jaune et de la perchaude, qui fréquentent un habitat où la couverture végétale est dense, était corrélée négativement à l'argile dénudée comme dans les analyses univariées.

Transfert des modèles d'habitat d'une région à l'autre du fleuve

Le transfert d'un modèle d'habitat à une autre région du fleuve doit être fait prudemment, car les modèles d'habitat calculés individuellement dans chaque région ne sélectionnaient pas toujours les mêmes variables explicatives selon les espèces (p. ex. grand brochet, crapet de roche et catostomidés). En général, ces changements reflètent des effets liés à la topographie locale et aux tolérances ou aux préférences d'habitat de chaque espèce. Dans le Saint-Laurent, la topographie varie fortement d'une région à l'autre: la région de Montréal – Sorel est étroite et très hétérogène, l'archipel de Sorel est formé par de nombreux petits chenaux, les lacs Saint-François, Saint-Louis et Saint-Pierre sont des lacs fluviaux (La Violette, 2004 et références citées dans cet article). De plus, la voie navigable a été creusée dans le Saint-Laurent fluvial sur plus de 11 m de profondeur, créant des contrastes bathymétriques artificiels dans un milieu relativement peu profond tel le lac Saint-Pierre (Morin et Côté, 2003). Ces changements dans les variables d'habitat, que nous avons observés d'une région à l'autre, ont aussi été observés d'une période à l'autre dans la partie amont du fleuve Saint-Laurent. Selon Casselman et Dietrich (2003), l'abondance du grand brochet était principalement influencée par les variations du niveau d'eau avant la construction du barrage à Cornwall (< 1958) et, ensuite, par les changements de température après la régularisation des niveaux d'eau dans le fleuve (> 1958). Le fait que les variables explicatives puissent varier d'une région à l'autre et d'une période à l'autre suggère l'existence d'une hiérarchie entre les variables d'habitat les plus limitantes. Cette hiérarchie souligne l'intérêt de comparer ultérieurement, par exemple, la communauté de poisson du lac Saint-François, où le niveau d'eau est très régularisé, avec celle du lac Saint-Pierre, où les variations de niveaux sont très amples.

Malgré les contrastes du milieu physique, nous avons aussi obtenu des modèles d'habitat comparables dans les trois régions du fleuve pour l'esturgeon jaune, le doré jaune, le doré noir, le crapet-soleil et la barbotte brune. Ces résultats sont encourageants, car ils donnent la possibilité de regrouper les données de plusieurs régions du fleuve pour générer des modèles d'habitat plus globaux. Il reste que les approches globales et régionales sont complémentaires pour tester la sensibilité des modèles d'habitat et que le regroupement des données provenant de plusieurs régions du fleuve offre l'avantage d'augmenter l'intervalle de variation des variables d'habitat et d'intégrer la réponse d'un poisson dans un modèle d'habitat unifié. Cela est particulièrement vrai pour

le doré jaune, qui a fait l'objet d'une étude comparable dans une autre région du fleuve Saint-Laurent (le lac Saint-François, Bechara *et al.*, 2003). Les mêmes variables significatives (lumière disponible au fond et pente du fond) et des estimations semblables à celles de la présente étude furent obtenues à partir d'un ensemble des données complètement indépendant de celui que nous avons traité. La concordance entre les deux études indique que le modèle d'habitat qui prédit la présence du doré jaune peut être appliqué à d'autres régions du fleuve où les conditions d'habitat sont comparables.

L'ensemble des résultats indique que chaque espèce de poissons doit être étudiée indépendamment. Avant de transférer les modèles d'habitat à d'autres régions du fleuve, il faut valider les modèles actuels à l'aide d'ensembles de données historiques. De telles données ont été recueillies à la fin de l'été dans le lac Saint-Louis (1997), le lac Saint-Pierre (1971, 1995 et 1996), l'archipel de Sorel (1972) et le lac Saint-François en 2004. Nous pensons reconstruire l'habitat abiotique à l'aide d'une modélisation 2 D pour chaque période échantillonnée pour comparer les modèles d'habitat provenant des données passées et actuelles. Les données du Réseau de suivi ichthyologique, qui projette d'échantillonner le lac Saint-Louis en 2005, seront très utiles à cette fin.

Superficie d'habitat disponible et débit

Les surfaces d'habitat globales obtenues pour le Saint-Laurent fluvial entre le lac Saint-Louis et Trois-Rivières couvrent un large éventail de valeurs. Les relations surfaces d'habitat par rapport au débit ont été classées en deux catégories (figure 3). Premièrement, de fortes relations positives ont été observées entre le débit et l'habitat du doré jaune, de l'esturgeon jaune du doré noir et du grand brochet (courbe noire). Deuxièmement, les relations atteignant un maximum

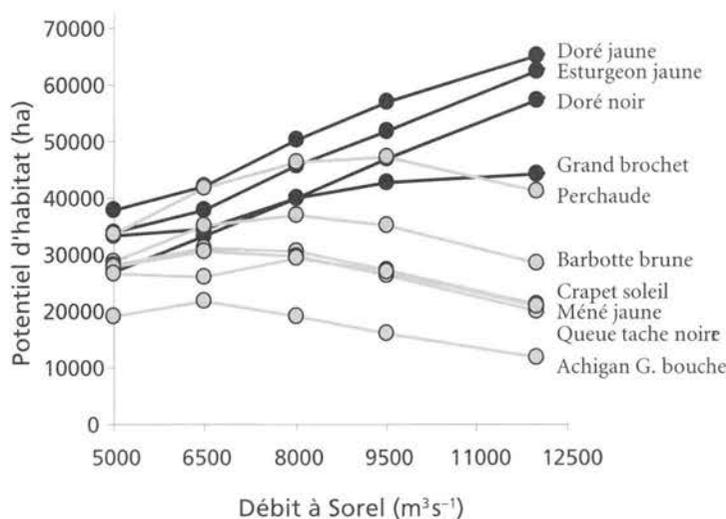


Figure 3. Relations entre les superficies d'habitat potentiel et le débit à Sorel. Les courbes noires indiquent des relations positives avec le régime hydrologique, tandis que les courbes grises indiquent les relations négatives avec une réduction du potentiel d'habitat aux débits > 9500 m³ s⁻¹.

à débit relativement faible suivi par une relation négative ont été obtenues pour la perchaude, le barbotte brune, le crapet-soleil, le méné jaune, le queue à tache noire et l'achigan à grande bouche (courbes grises). Cela indique que l'habitat d'une espèce qui utilise la plaine d'inondation (deuxième type de relations) peut devenir limitant à un débit supérieur à $9\,500\text{ m}^3\text{s}^{-1}$, tandis que l'habitat d'une espèce qui utilise le lit principal du fleuve ne l'est pas (premier type de relations).

L'étude individuelle des quatre régions du fleuve montre, quant à elle, des relations différant d'une région à l'autre, particulièrement pour les espèces qui utilisent la plaine d'inondation. L'habitat d'un cyprin (méné jaune) est présenté à titre d'exemple pour illustrer que l'examen par région peut révéler des réponses contrastées (figure 4). Lorsque le débit est faible (de l'ordre de $6\,000\text{ m}^3\text{s}^{-1}$), on trouve un maximum d'habitat pour les cyprins au lac Saint-Pierre, alors que cet habitat est presque inexistant entre Montréal et Sorel et dans l'archipel de Sorel. De plus, la relation dans

fourrage aussi important que les cyprins dans la région entre Montréal et Sorel ou bien dans l'archipel de Sorel, si le débit estival approchait les $6\,000\text{ m}^3\text{s}^{-1}$ au cours de plusieurs étés consécutifs. Cela illustre le besoin de faire un examen détaillé et une interprétation écologique approfondie des résultats avant de les traduire en outils de gestion.

Reconstitution du potentiel d'habitat avec les débits historiques entre 1960 et 2000

Pour illustrer la façon de tester les scénarios hydrologiques et les effets de la régularisation, nous avons utilisé les relations globales de la figure 3 pour transformer les débits historiques en potentiel d'habitat, dont la surface est exprimée en hectare (ha) (figure 5). À titre d'exemple, nous avons retenu l'habitat du doré jaune pour représenter les espèces lotiques et celui d'un cyprin (méné jaune) pour les espèces lenticques, en fonction du débit reconstitué à Sorel. Les deux séries de débit, régularisé et naturel, indiquent

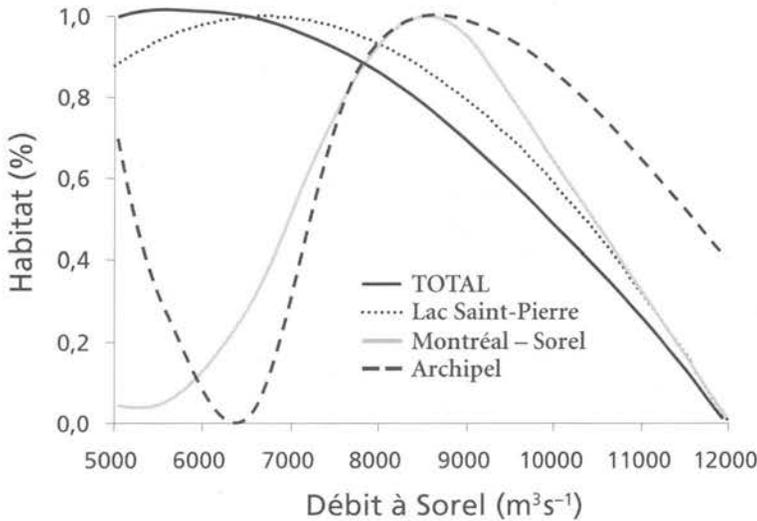


Figure 4. Exemple de relation entre la superficie d'habitat potentiel d'un cyprin (méné jaune) et le débit à Sorel (m^3s^{-1}) pour trois régions du Saint-Laurent fluvial considérées individuellement (lac Saint-Pierre, Montréal - Sorel et Archipel) et globalement (TOTAL). Les superficies d'habitat disponible sont exprimées en valeur relative pour faciliter la comparaison.

l'archipel de Sorel est rendue complexe en raison de la faible altitude des îles. Dans cet exemple, il apparaît clairement que le lac Saint-Pierre influence fortement la superficie absolue d'habitat disponible dans le fleuve et que si le plan de régularisation ne considérait que la réponse globale, les habitats des cyprins pourraient venir à manquer entre Montréal et l'archipel de Sorel. En termes de gestion, ce résultat indique qu'il serait plus prudent d'identifier les régions du fleuve où la superficie d'habitat est la plus limitante plutôt que d'estimer une superficie globale pour l'ensemble du Saint-Laurent fluvial. Généralement, les populations de poissons sont présentes localement et l'équilibre écologique (trophique) pourrait souffrir, par exemple, de l'absence d'un groupe de poissons

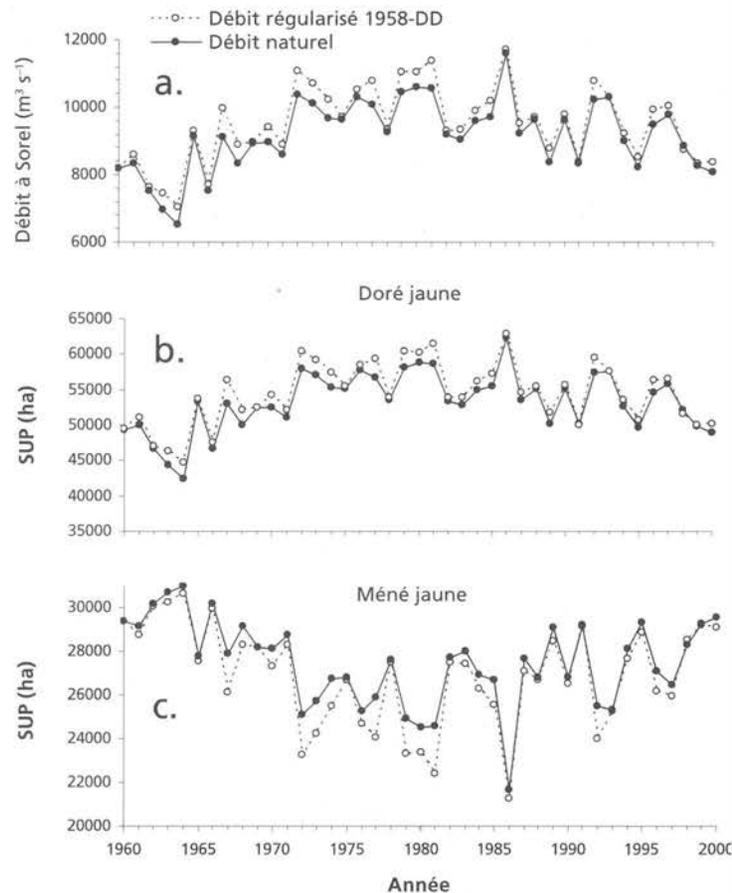


Figure 5. Exemple de reconstitution historique du potentiel d'habitat disponible dans le Saint-Laurent fluvial, entre 1960 et 2000. On compare deux séries de débit moyen en septembre à Sorel, l'un régularisé selon le plan 1958-DD tel qu'il a été mesuré (trait pointillé) et l'autre, naturel, tel qu'il aurait été mesuré en l'absence de régularisation (trait plein). La figure présente (a) les deux débits et les superficies (SUP) correspondantes disponibles pour l'habitat estival (b) du doré jaune et (c) d'un cyprin (méné jaune) dans l'ensemble du fleuve Saint-Laurent.

que la gestion a pour effet d'augmenter le débit estival par rapport au régime naturel (figure 5a). Les conséquences de cette augmentation sont reflétées presque systématiquement par un effet positif sur l'habitat du doré jaune (figures 5b et 6a) et par un effet négatif sur celui des cyprins (figures 5c et 6b). Après 40 ans de régularisation du débit, le cumul des superficies dans le Saint-Laurent fluvial indique un gain de l'ordre de 49 084 ha sur l'habitat du doré jaune et une perte de - 26 782 ha sur celui du méné jaune. Il importe ici de rappeler que les valeurs de superficies sont purement indicatives et délicates à interpréter, car elles concernent l'habitat d'une espèce considérée isolément de la communauté de poissons et retirée d'un contexte écologique qui évolue aussi avec le temps. Il reste cependant que les régimes hydrologiques élevés observés au milieu des années 1970 correspondaient à un fort potentiel d'habitat pour les poissons lotiques et à un faible potentiel d'habitat pour les poissons lenticques. Cette situation s'est inversée au milieu des années 1960. Plusieurs

de ces tendances ont été corroborées par des relations empiriques calculées à partir d'une série historique indépendante provenant d'une pêche expérimentale située près de Québec (de Lafontaine et Marchand, 2003).

Conclusion

D'une façon générale, ce travail, qui a mis à profit divers types d'expertises et qui a créé des liens entre plusieurs bases de données uniques au Québec, démontre la pertinence d'une approche multidisciplinaire lors de l'étude écosystémique des grands cours d'eau. L'étude qui portait sur les impacts de la régularisation sur l'écosystème du fleuve Saint-Laurent fut l'occasion d'élaborer des modèles prédictifs de l'habitat des poissons et un premier modèle de terrain numérique 2 D à haute résolution spatiale couvrant ce large territoire, ce qui est inusité. Ce modèle fournit non seulement plusieurs variables classiques d'habitat du poisson, telles que la profondeur ou la vitesse du courant, mais aussi des variables originales telles que la lumière disponible au fond, l'exposition aux vagues et, surtout, la présence et la densité de végétation (Turgeon *et al.*, 2004).

La combinaison d'une modélisation numérique 2 D et de modèles probabilistes d'habitat a permis de calculer les superficies utilisables par les poissons, qui sont essentielles à la mesure des impacts sur ceux-ci. Les modèles d'habitat retenus peuvent être considérés comme fiables, car ils indiquaient une forte concordance entre les résultats des simulations et les observations de terrain, souvent >80%.

Plusieurs constats suggèrent que le régime hydrologique du Saint-Laurent doit continuer à varier d'une année à l'autre à une échelle et à une fréquence qu'il reste à définir pour satisfaire tour à tour les espèces qui ont des besoins écologiques et des niveaux de tolérance différents. Premièrement, les résultats illustrent le large éventail de réponses des poissons aux variables d'habitat, qui elles-mêmes dépendent fortement du débit. Par exemple, si le débit a un impact positif sur l'habitat des espèces lotiques en été, il peut également exercer un effet négatif sur d'autres espèces lenticques. Deuxièmement, la présente étude tend à démontrer l'importance de considérer les différentes régions du fleuve séparément pour estimer adéquatement l'impact des variations du débit du Saint-Laurent. Les quatre régions du Saint-Laurent réagissent différemment à la variation du débit. Troisièmement, la reconstitution historique des habitats potentiels depuis que le fleuve est régularisé a aussi révélé que la régularisation a eu des effets tantôt négatifs, tantôt positifs sur la quantité d'habitats disponibles, dépendamment de l'espèce et de la période considérée.

L'analyse par régions hydrographiques indique que le transfert des modèles d'habitat à d'autres régions du fleuve doit être fait prudemment, car les modèles sont directement liés aux caractéristiques biologiques des espèces et aussi à la topographie. Il faut donc faire un examen détaillé et une interprétation écologique approfondie des résultats avant de les traduire en outils de gestion.

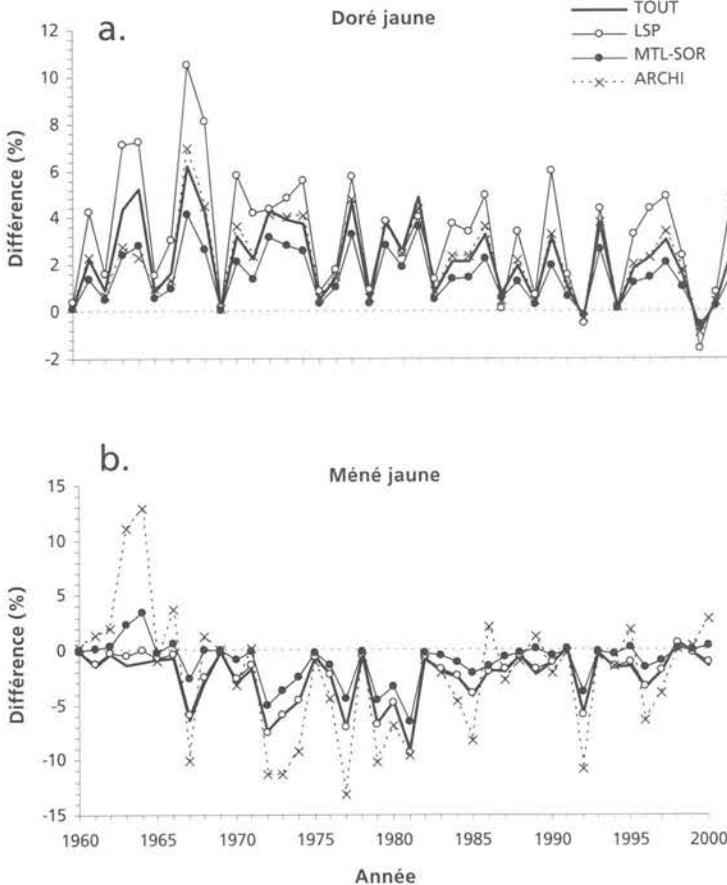


Figure 6. Différence entre les superficies d'habitat annuelles disponibles (SUP) calculées avec le débit régularisé tel qu'il a été mesuré pour la période 1960-2000, comparé avec le débit naturel tel qu'il aurait été mesuré en l'absence de régularisation. Les séries d'habitat de reproduction ont été calculées (a) pour le doré jaune et (b) pour le méné jaune dans les régions du lac Saint-Pierre, Montréal - Sorel, l'archipel et tout le Saint-Laurent fluvial. Une valeur négative indique une diminution de SUP attribuable à la régularisation du débit et une valeur positive signifie une augmentation.

Les recherches ultérieures sur les habitats d'été devraient porter sur la validation avec des ensembles de données historiques et sur le raffinement des modèles d'habitat par l'ajout de l'abondance et de la taille des poissons. L'utilisation d'une échelle spatiale plus fine pour décrire la végétation améliorera aussi les prédictions. Il serait aussi crucial de rassembler les espèces dans des groupes fonctionnels pour évaluer les impacts sur la communauté ichtyologique.

Finalement, ces travaux sur l'habitat des poissons s'inscrivent dans un programme global qui comprend des études sur l'évaluation de la mortalité des premiers stades de vie des poissons et des conditions environnementales pendant leur saison de croissance visant à établir des liens réalistes avec le cycle biologique et la dynamique des populations de poissons. Nous souhaitons qu'une telle modélisation de l'habitat soit utilisée plus intensivement par d'autres experts pour approfondir les connaissances écosystémiques du Saint-Laurent et pour améliorer son plan de régularisation.

Remerciements

Nous remercions Réjean Dumas, Martin Léveillé, Yves Mailhot et Pierre Dumont pour leurs précieux commentaires ainsi que Olivier Champoux, Sylvain Martin et Denise Deschamps pour leur aide technique. Ce projet a été rendu possible grâce aux financements conjoints de la Commission mixte internationale, du Plan d'action Saint-Laurent, du Plan conjoint des habitats de l'Est et de la Société de la faune et des parcs du Québec. ◀

Références

- BECHARA, J.A., J. MORIN et P. BOUDREAU, 2003. Évolution récente de l'habitat du doré jaune, de la perchaude, du grand brochet et de l'achigan à petite bouche au lac Saint-François, fleuve Saint-Laurent. R640, INRS-Eau, Terre et Environnement, 70 p. Rapport soumis à la ZIP du Haut Saint-Laurent.
- BRODEUR, P., M. MINGELBIER et J. MORIN, 2003. Impact of water regime on fish reproduction and access to managed marshes in the St. Lawrence River, Canada. American Fisheries Society, Québec, August 2003.
- BRODEUR, P., M. MINGELBIER et J. MORIN, 2004. Impacts des variations hydrologiques sur les poissons des marais aménagés du Saint-Laurent fluvial. Le Naturaliste Canadien, 128, (2) : 66-77
- BRODEUR, P., M. MINGELBIER et J. MORIN (en préparation). Impacts du débit sur la disponibilité des habitats de reproduction des poissons de la plaine inondable du Saint-Laurent, mesurés avec un modèle numérique 2D.
- CASSELMAN, J. and J. DIETRICH, 2003. Effects of climatic and hydrological variability on recruitment of Northern pike in the Upper St. Lawrence River and Lake Ontario. American Fisheries Society, Québec, August 2003.
- 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. et Murty, T.S. D. Reidel Publishing Company. p. 377-394.
- DE LAFONTAINE, Y. and F. MARCHAND, 2003. Fish community changes in the Lower St. Lawrence River during the past 30 years. American Fisheries Society, Québec, August 2003.
- FORTIN, R., M. LÉVEILLÉ, P. LARAMÉE and Y. MAIHLOT, 1990. Reproduction and year-class strength of the Atlantic Tomcod (*Microgadus tomcod*) in the Sainte-Anne River, at La Pérade, Québec. Can. J. Zool., 68: 1350-1359.
- 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.
- LA VIOLETTE, N., 2004. Les lacs fluviaux du Saint-Laurent: Hydrologie et modifications humaines Le Naturaliste Canadien, 128,(1) : 98-104
- 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. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 58: 2048-2058.
- MORIN, J., M. MINGELBIER, J.A. BECHARA, O. CHAMPOUX, Y. SECRETAN, M. JEAN and J.J. GRENETTE, 2003. Emergence of new explanatory variables for 2 D habitat modelling in large rivers: the St. Lawrence experience. Canadian Water Resources Journal, 28, (2) : 1-24.
- MORIN, J. et J.-P. CÔTÉ, 2003. Modifications anthropiques sur 150 ans au lac Saint-Pierre: une fenêtre sur les transformations de l'écosystème du Saint-Laurent. Vertigo – La revue en sciences de l'environnement, 4 : 3.
- MORIN, J. et A. BOUCHARD, 2000. Les bases de la modélisation du tronçon Montréal/Trois-Rivières. Rapport scientifique SMC-Hydropométrie RS-100. Environnement Canada, Sainte-Foy, 56 p.
- MORTSCH L. and F.H. QUINN, 1996. Climate change scenarios for Great Lakes Basin ecosystem studies. Limn. Oceanogr., 41 : 903-911
- NILO, P., P. DUMONT, and R. FORTIN, 1997. Climatic and hydrological determinants of year-class strength of St. Lawrence River lake sturgeon (*Acipenser fulvescens*). Can. J. Fish. Aquat. Sci., 54 : 774-780.
- PETTS, G. and P. CALOW, 1996. River biota. Blackwell Sciences Ltd., 257 p.
- TURGEON, K., O. CHAMPOUX, S. MARTIN et J. MORIN, 2004. Modélisation des milieux humides de la plaine inondable du Saint-Laurent, du lac Saint-Pierre au lac Saint-Louis. Rapport scientifique RS-104. Environnement Canada, SMC-Hydrologie, Sainte-Foy, 70 p.
- STALNAKER, C.B. 1979. The use of habitat structure preferenda for establishing flow regimes necessary for maintenance of fish habitat In Ward and Stanford (eds.), The Ecology of Regulated Streams: p. 326-337.
- VINCENT, W.F. and J.J. DODSON, 1999. The St. Lawrence River, Canada-USA: the Need for an Ecosystem-Level Understanding of Large Rivers. Jpn. J. Limnol., 60: 29-50.

Effets de la pêche et de la prédation sur l'écosystème du nord du golfe du Saint-Laurent

CHANGEMENTS DEPUIS LE MILIEU DES ANNÉES 1980 JUSQU'AU MILIEU DES ANNÉES 1990

Claude Savenkoff, Martin Castonguay et Denis Chabot

En dépit de la baisse abrupte de l'espèce dans les années 1990, la morue (*Gadus morhua*) demeure la plus importante espèce de poisson de fond de la côte atlantique. Les poissons de fond, ainsi nommés parce qu'ils vivent et s'alimentent généralement près du fond de la mer, représentent encore aujourd'hui le tiers des prises canadiennes dans le nord du Golfe. Dans l'Atlantique nord-ouest, on trouve la morue depuis l'ouest du Groenland jusqu'au Cape Cod. Les populations de poissons de fond de l'Atlantique nord-ouest ont décliné considérablement à la fin des années 1980 et au début des années 1990, en grande partie à cause de la surpêche et, dans une moindre mesure, à cause de conditions environnementales défavorables. Pendant quelques années, la pêche à la morue et pratiquement toutes les autres pêches canadiennes de poissons de fond sur la côte atlantique ont été interdites pour permettre la reconstitution des stocks. En 1997, une pêche limitée à la morue a repris. En 2000, ces stocks demeurent peu élevés dans la plupart de ces zones.

Financé par les fonds de recherche stratégique des sciences de Pêches et Océans Canada, le programme « Dynamique comparée des écosystèmes exploités dans l'Atlantique nord-ouest » (CDEENA en anglais) a été développé en 1999 afin d'étudier la structure et le fonctionnement des principaux écosystèmes de l'Atlantique nord-ouest (Terre-Neuve et Labrador, nord et sud du golfe du Saint-Laurent, est et ouest du plateau néo-écossais). CDEENA propose une analyse comparative de ces écosystèmes dans le but : 1) de synthétiser les données existantes sur l'abondance et l'alimentation des principales espèces de poissons et d'invertébrés des écosystèmes étudiés, 2) d'identifier et de combler les manques importants dans nos connaissances, 3) de développer des modèles des réseaux trophiques pour la plupart des régions pour les périodes prédéclin (milieu des années 1980) et post-déclin (milieu des années 1990) des stocks de poissons de fond, et 4) d'évaluer les différences dans les modèles entre les périodes prédéclin et post-déclin pour une même région et déterminer si ces différences sont similaires entre les différents écosystèmes (recherche d'indicateurs : dominance de certaines espèces, déclin d'autres, remplacement de tel prédateur par un autre, etc.). Le programme CDEENA s'est terminé officiellement en mars 2004.

Les outils, modèles d'équilibre de masse

Contrairement aux approches traditionnelles, des modèles dits « écosystémiques » ont été développés, dont certains utilisent le logiciel Ecopath et d'autres les méthodes inverses d'optimisation. Ces modèles considèrent l'écosystème dans sa totalité plutôt qu'en le fractionnant. Ils intègrent l'ensemble des connaissances d'un écosystème et permettent de représenter simplement un écosystème complexe par la description des interactions trophiques entre différents compartiments ou groupes fonctionnels. Ces modèles utilisent les principes mathématiques d'équilibre de masse et produisent un état instantané ou « *snapshot* » du système à un moment donné.

Comme l'information au niveau de l'écosystème n'est jamais complète, il est cependant important de noter que le modèle obtenu n'est pas unique et qu'il peut donc exister d'autres solutions pour tenter d'expliquer l'écosystème d'une région ou d'une période spécifique étudiée. C'est pour cette raison que, pour la modélisation inverse, nous utilisons une solution moyenne de 31 modèles balancés pour lesquels les valeurs des paramètres d'entrée ont été perturbées aléatoirement à l'intérieur de leurs écarts types. Ce processus permet une plus grande confiance dans les résultats obtenus et les réseaux trophiques estimés.

L'exemple du golfe du Saint-Laurent

La base de données de cet écosystème couvre une zone du nord du Golfe (divisions 4RS de l'Organisation des pêches dans l'Atlantique du Nord-Ouest [OPANO]) équivalant à une superficie totale de 103 812 km², jusqu'à une profondeur de 37 m (20 brasses) (figure 1). Les zones littorales sont donc exclues des modèles. Les périodes couvertes par cette analyse sont : 1) le milieu des années 1980 (de 1985 à 1987), alors que les biomasses des poissons de fond étaient relativement stables et 2) le milieu des années 1990 (de 1994 à 1996), après l'effondrement des stocks au début des années 1990.

Les auteurs sont à l'emploi de l'Institut Maurice-Lamontagne, de Pêches et Océans Canada. Claude Savenkoff est chercheur, Modélisation des écosystèmes marins; Martin Castonguay est chercheur, Écologie des pêches et Denis Chabot est chercheur, Bioénergétique.

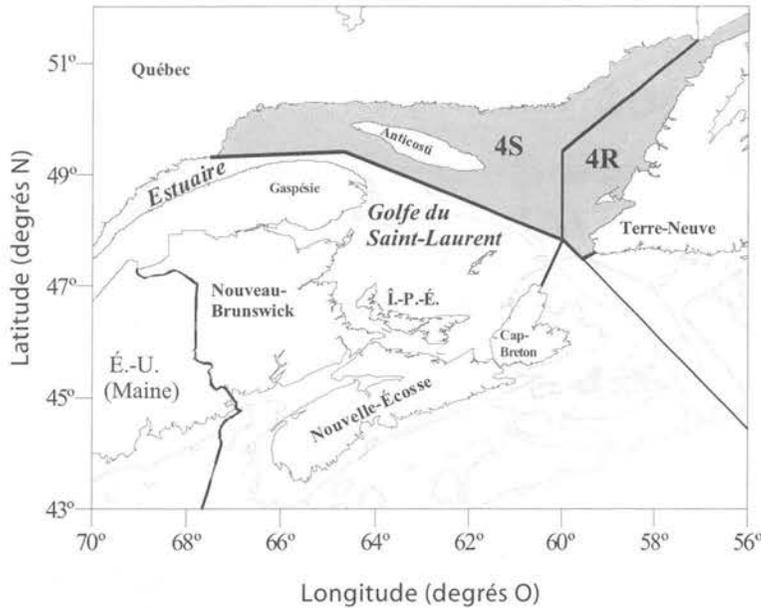


Figure 1. Aire d'étude : nord du golfe du Saint-Laurent (divisions 4RS de l'OPANO)

Le modèle écosystémique est divisé en 32 groupes fonctionnels. Les groupes d'espèces ont été choisis en fonction de leur importance commerciale et de leur rôle de prédateurs ou de proies. Nous avons ainsi différencié cinq groupes de mammifères marins, un groupe d'oiseaux marins, 16 groupes de poissons, huit groupes d'invertébrés, un groupe de phytoplancton, et un groupe de détritus (figure 2). Cer-

tains groupes, comme les grands poissons pélagiques (aiguillat commun, goberge, merlu argenté, etc.) et les grands poissons démersaux (aiglefin, aiguillat noir, merluche blanche, etc.) sont des regroupements dans lesquels les espèces sont rassemblées en fonction des similitudes de taille et de leur rôle écologique.

Nous avons collecté les données de biomasse, de production, de consommation, d'alimentation et de capture commerciale de ces 32 groupes pour les deux périodes. Puis, nous avons élaboré deux modèles à partir de ces données, qui ont permis d'intégrer l'ensemble des connaissances pour décrire la structure et le fonctionnement de cet écosystème à chaque période étudiée, depuis le phytoplancton et les détritus aux oiseaux et mammifères marins incluant les principales espèces des domaines pélagique, démersal, et benthique.

Quelques résultats du modèle

Plusieurs résultats intéressants sont ressortis.

Différences dans la biomasse et les prises commerciales entre les deux périodes

La biomasse totale des mammifères marins, des poissons, des crevettes et des grands crustacés a diminué de moitié depuis le milieu des années 1980 (48 t km⁻²) jusqu'au milieu des années 1990 (23 t km⁻²). En fait, la biomasse pour les mammifères marins (cétacés et phoques) a doublé (de

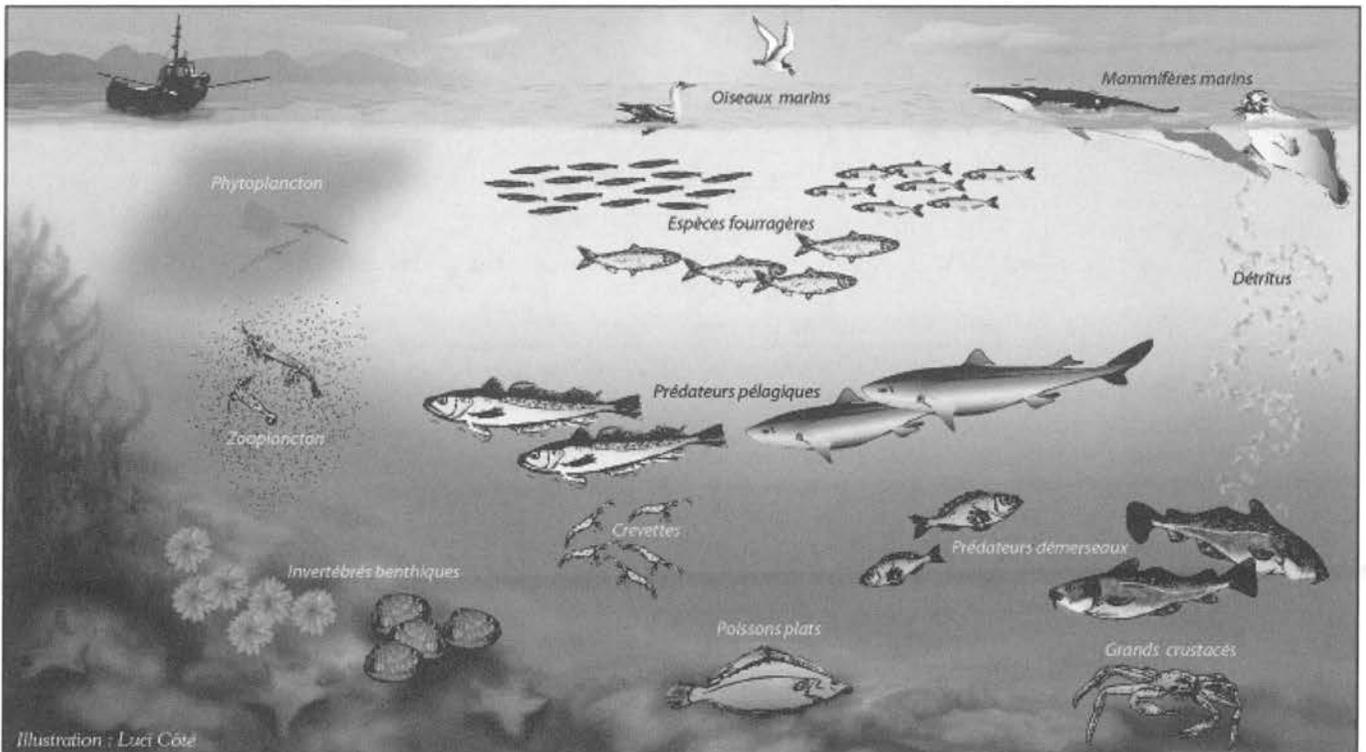


Figure 2. Représentation simplifiée d'un écosystème depuis le phytoplancton et les détritus jusqu'aux oiseaux et mammifères marins incluant les principales espèces des domaines pélagique, démersal, et benthique.

0,2 à 0,4 t km⁻²), alors que la biomasse des poissons, principalement les grandes espèces piscivores comme la morue et le sébaste, a diminué considérablement passant de 21,8 à 3,9 t km⁻².

Les prises commerciales ont diminué d'un facteur 4 depuis le milieu des années 1980 jusqu'au milieu des années 1990 (figure 3). Ce déclin est entièrement attribuable à la quasi disparition des prises commerciales des grands poissons piscivores. Cela a engendré une transition des prises

commerciales des poissons de fond piscivores pendant la période prédéclin vers les espèces fourragères (le capelan et les petits poissons pélagiques) et les invertébrés pendant la période postdéclin.

Proies et prédateurs principaux

Du milieu des années 1980 au milieu des années 1990, une diminution d'un facteur 4 de la matière consommée a été estimée (de 19,1 ± 3,0 à 4,7 ± 0,6 t km⁻² an⁻¹) (figure 4).

Lorsque les proies planctoniques n'étaient pas considérées, le capelan (*Mallotus villosus*) était la proie principale dans le nord du Golfe indépendamment de la période (de 57 % à 58 % de toute la matière consommée) (figure 4). Pendant le milieu des années 1980, les trois autres principales proies étaient le lançon (*Ammodytes* spp.), le sébaste (*Sebastes* spp.) et la crevette (principalement *Pandalus borealis*). Pendant le milieu des années 1990, surtout la crevette, le sébaste et les petits pélagiques planctonivores (principalement le hareng *Clupea harengus*) étaient consommés dans l'écosystème.

La mortalité par la prédation et la pêche imposée sur toutes les espèces de poissons a diminué d'un facteur 4 depuis le milieu des années 1980 au milieu des années 1990 (figure 5). Pendant le milieu des années 1980, la grande morue (> 35 cm) était le principal prédateur de poissons de l'écosystème. Après la grande morue, le sébaste, le capelan et la pêche étaient les principales causes de mortalité des poissons.

La pêche représentait 7 % de cette mortalité, tandis que les trois principaux prédateurs contribuaient à 66 % de cette mortalité. Pendant le milieu des années 1990, la diminution de prédation par les poissons a coïncidé avec une augmentation de la prédation par les mammifères marins. Les cétacés et les phoques étaient les principaux prédateurs de poissons (51 % ensemble de la mortalité imposée sur les poissons).

Causes de mortalité (pêche, prédation et autres causes)

Pendant le milieu des années 1980, la mortalité par prédation dominait largement (proche de 77 %) chez les poissons, la crevette et les grands crustacés (principalement le crabe des neiges *Chionoectes opilio*) à l'exception de la grande morue (> 35 cm) et du grand flétan

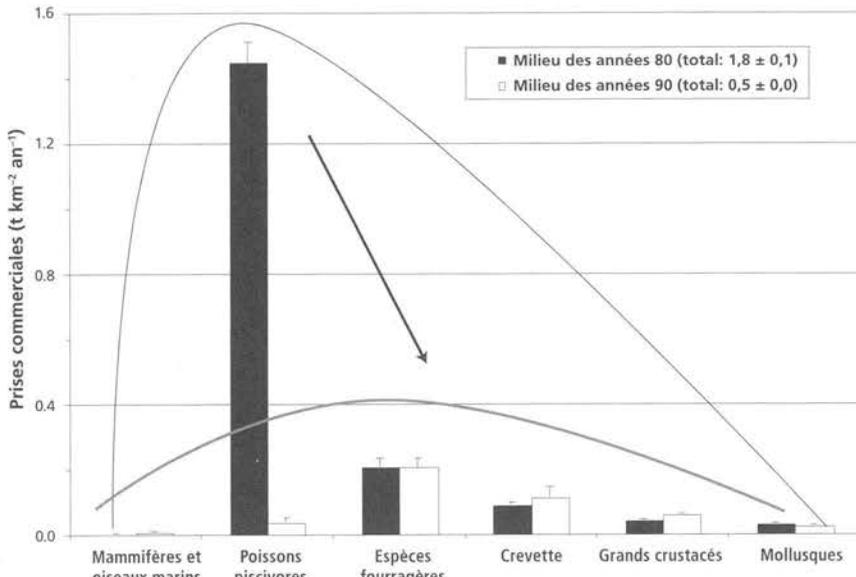


Figure 3. Distribution des captures commerciales pour les principaux groupes trophiques de l'écosystème du nord du Golfe, depuis le milieu des années 1980 au milieu des années 1990

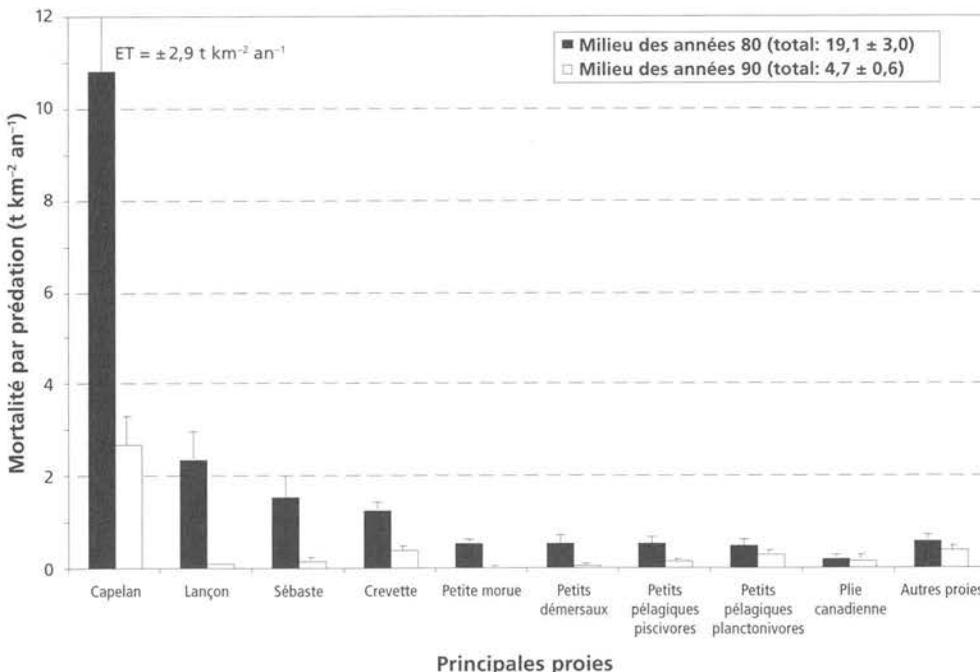


Figure 4. Représentation des principales proies pour l'écosystème du nord du golfe depuis le milieu des années 1980 au milieu des années 1990

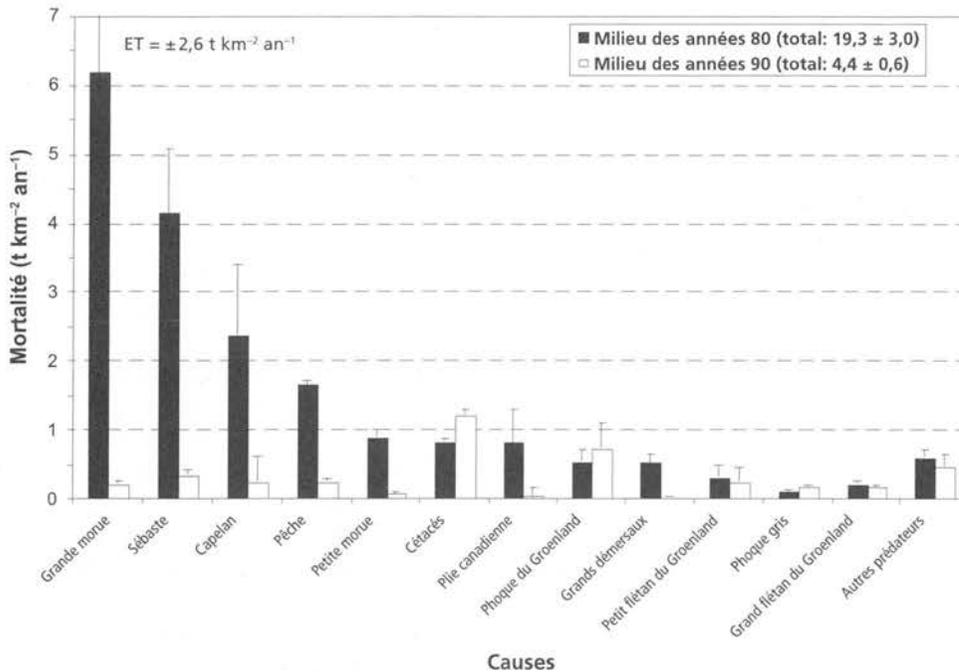


Figure 5. Mortalité causée par les principaux prédateurs de poissons et la pêche pour l'écosystème du nord du golfe depuis le milieu des années 1980 au milieu des années 1990

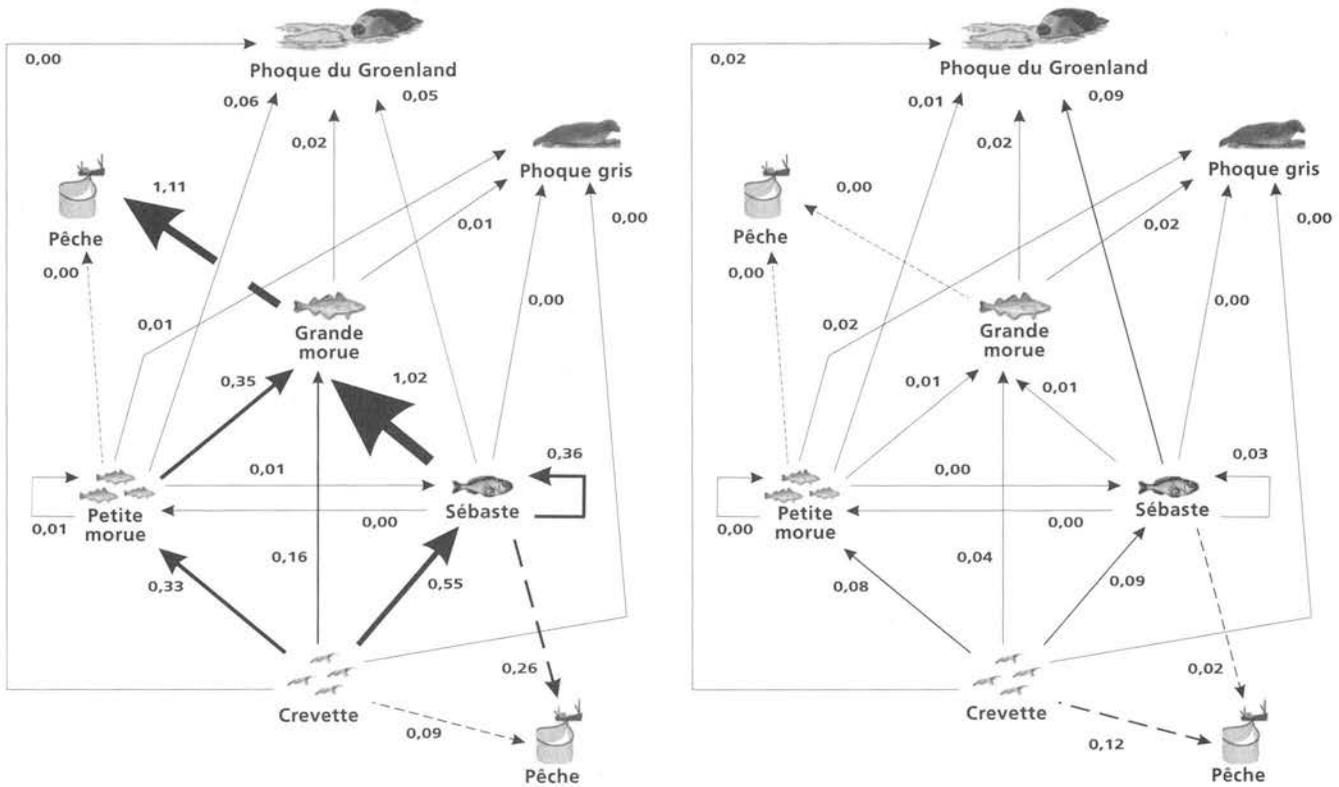
du Groenland (*Reinhardtius hippoglossoides*) (> 40 cm). Pour le grand flétan du Groenland, la pêche et la mortalité par prédation étaient d'importance égale et proche de 42 % pour chacune d'elles, alors que les autres causes de mortalité représentaient 16 % de la mortalité totale. Pour la grande morue, nous allons étudier son cas plus en détail ultérieurement. La prédation par les poissons représentait 49 % en moyenne de la mortalité totale (prédation par la grande morue: 19 %) dans le milieu des années 1980, tandis que la prédation par les mammifères marins contribuait à 21 % (5 et 15 % pour les cétacés et les phoques, respectivement). La grande morue était le principal prédateur des poissons plats, du sébaste et du capelan, tandis que les phoques consommaient surtout de la petite et grande morue, du petit et grand turbot, des grands démersaux (aiglefin, aiguillat noir, merluche blanche, etc.) et des grands pélagiques (aiguillat commun, goberge, merlu argenté, etc.). Les petits pélagiques piscivores (principalement le maquereau *Scomber scombrus*) étaient surtout mangés par les cétacés. Calculées sur l'ensemble des groupes, la pêche et les autres causes de mortalité représentaient en moyenne 12 et 19 % respectivement de la mortalité totale. La mortalité par pêche avait surtout un impact sur les morues adultes, les grands flétans du Groenland, le sébaste, les grands poissons pélagiques, les petits poissons pélagiques planctoniques et les grands crustacés.

Du milieu des années 1980 au milieu des années 1990, la mortalité totale a diminué dans tous les groupes. La prédation était encore la principale cause de mortalité chez les poissons, la crevette et les grands crustacés. En moyenne, la prédation par les mammifères marins représentait 53 %

de la mortalité totale (15 et 38 % pour les cétacés et les phoques, respectivement) tandis que la prédation par les poissons contribuait à 28 % (prédation par la grande morue: 6 %). En fait, cette augmentation de l'impact des mammifères marins sur la mortalité des poissons a été causée par une légère augmentation de la prédation par les mammifères marins sur les poissons (de $1,69 \pm 0,19$ à $2,37 \pm 0,37$ $t\ km^{-2}\ an^{-1}$), combinée à une forte diminution de la prédation par les poissons sur les poissons (de $15,95 \pm 2,98$ à $1,72 \pm 0,48$ $t\ km^{-2}\ an^{-1}$). Pendant le milieu des années 1990, les cétacés consommaient principalement des espèces fourragères telles que le capelan, le lançon et les petits pélagiques piscivores et planctoniques. Grâce à leur grand éventail de proies, les phoques sont devenus les principaux prédateurs de plusieurs espèces consommées au préalable par la grande morue (plie canadienne [*Hippoglossoides platessoides*], autres plies [limande à queue jaune *Limanda ferruginea*, plie grise *Glyptocephalus cynoglossus*, plie rouge *Pseudopleuronectes americanus*], sébaste, les petits poissons démersaux [chaboisseaux, loquettes d'Amérique, etc.] et la morue Arctique *Boreogadus saida*). Calculées sur l'ensemble des groupes, la pêche et les autres causes de mortalité représentaient en moyenne 9 et 10 %, respectivement. La mortalité par la pêche avait surtout un large impact sur les espèces fourragères et les invertébrés.

Réseau trophique associé à la morue, au sébaste et à la crevette

En dehors des espèces fourragères pélagiques, le sébaste, la crevette et la petite morue sont également des organismes fortement consommés pour les deux périodes étudiées (figure 6). Les principaux flux trophiques associés à ces espèces montrent que la crevette est surtout consommée par le sébaste, puis par la petite et la grande morue (figure 6). La grande morue est le principal prédateur de la petite morue et du sébaste et est surtout consommée par le phoque du Groenland et le phoque gris (figure 6). L'importance des interactions trophiques identifiées dans cette étude suggère que l'augmentation de l'abondance de la crevette nordique dans le nord du golfe du Saint-Laurent, au début des années 1990, serait liée aux diminutions des biomasses de la morue et du sébaste en raison du relâchement de la prédation. L'impact de la pêche sur la grande morue et le sébaste a fortement diminué depuis le milieu des années 1980 au milieu des années 1990 alors que les prises commerciales de la crevette ont augmenté (figure 6).



Milieu des années 1980

Milieu des années 1990

Figure 6. Principaux flux trophiques ($t\ km^{-2}\ an^{-1}$) associés à la morue, au sébaste et à la crevette pour chaque période dans le nord du Golfe. Pour comparaison, les flux de mortalité par les pêches ($t\ km^{-2}\ an^{-1}$) sont également inclus.

Mortalité de la petite et de la grande morue

La prédation était la principale cause de mortalité (71 %) de la petite morue (< 35 cm) pendant le milieu des années 1980, alors que la mortalité naturelle autre que la prédation représentait 29 % de la mortalité totale (figure 7). La grande morue était le principal prédateur (45 % de la mortalité), suivie par les grands démersaux (8 %) et le phoque du Groenland (*Phoca groenlandica*) (7 %). Du milieu des années 1980 au milieu des années 1990, la mortalité totale que subit la petite morue a diminué d'un facteur 13 (de $0,79 \pm 0,11$ à $0,06 \pm 0,00\ t\ km^{-2}\ an^{-1}$) alors que l'impact de la prédation par les phoques a augmenté de 10 à 56 %, encore une fois attribuable surtout à une baisse de prédation par les poissons (figure 7). La prédation était encore la principale cause de mortalité (95 %) pendant le milieu des années 1990. Le phoque gris (*Halichoerus grypus*) était le principal prédateur (28 % de la mortalité), suivi par la grande morue (24 %), le phoque du Groenland (18 %) et le phoque à capuchon (*Cystophora cristata*) (9 %). La mortalité naturelle autre que la prédation représentait 5 % de la mortalité totale.

Pendant le milieu des années 1980, la grande morue était principalement consommée par le phoque du Groenland et le phoque gris (figure 6). Cependant, cette mortalité par prédation ne représentait que 2 % de la mortalité totale (figure 8). La pêche, incluant les prises non rapportées, domi-

nait la mortalité totale (64 %), alors que les autres causes de mortalité contribuaient à 34 %. Du milieu des années 1980 au milieu des années 1990, la mortalité totale de la grande morue a diminué d'un facteur 23, tandis que l'impact de la prédation par les phoques a augmenté de 2 à 65 % de la mortalité totale (figure 8). Alors que la prédation était une source mineure de mortalité dans le milieu des années 1980 (2 %), elle dominait la mortalité totale (68 %) dans le milieu des années 1990. En fait, l'impact de la prédation par les phoques, exprimé en valeur absolue, est resté identique ($0,04 \pm 0,01$ et $0,05 \pm 0,01\ t\ km^{-2}\ an^{-1}$ pendant le milieu des années 1980 et 1990, respectivement). Le phoque gris était le principal prédateur (32 %) de la grande morue, suivi par le phoque du Groenland (20 %) et le phoque à capuchon (11 %). La mortalité par la pêche et les autres causes de mortalité ont diminué grandement depuis le milieu des années 1980 jusqu'au milieu des années 1990 (période du moratoire) (figure 8).

Conclusions et perspectives d'avenir

Les raisons pour le déclin et l'absence de reprise des stocks de morue pendant et après le moratoire sont complexes et aucune cause à elle seule ne permet d'expliquer toutes les observations. Pour le nord du Golfe, les résultats montrent que la prédation par les phoques avait peu d'impact sur la mortalité totale des morues adultes au milieu des années 1980. La mortalité par les pêches, incluant

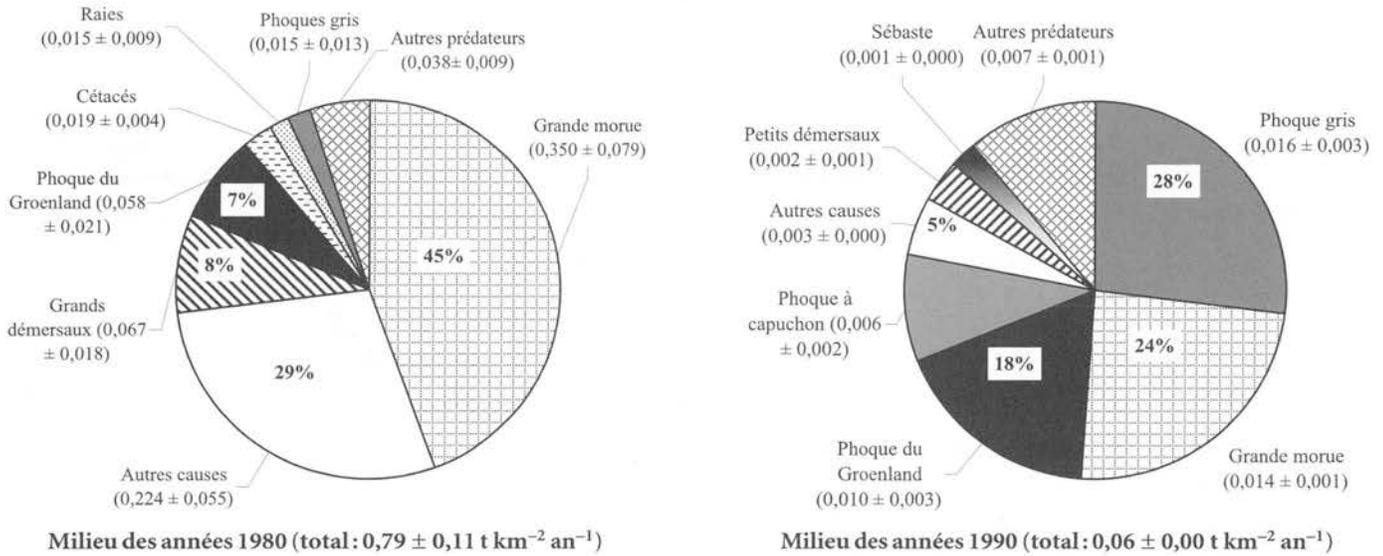


Figure 7. Principales causes de mortalité de la petite morue (< 35 cm) dans le nord du Golfe pour les deux périodes étudiées (t km⁻² an⁻¹)

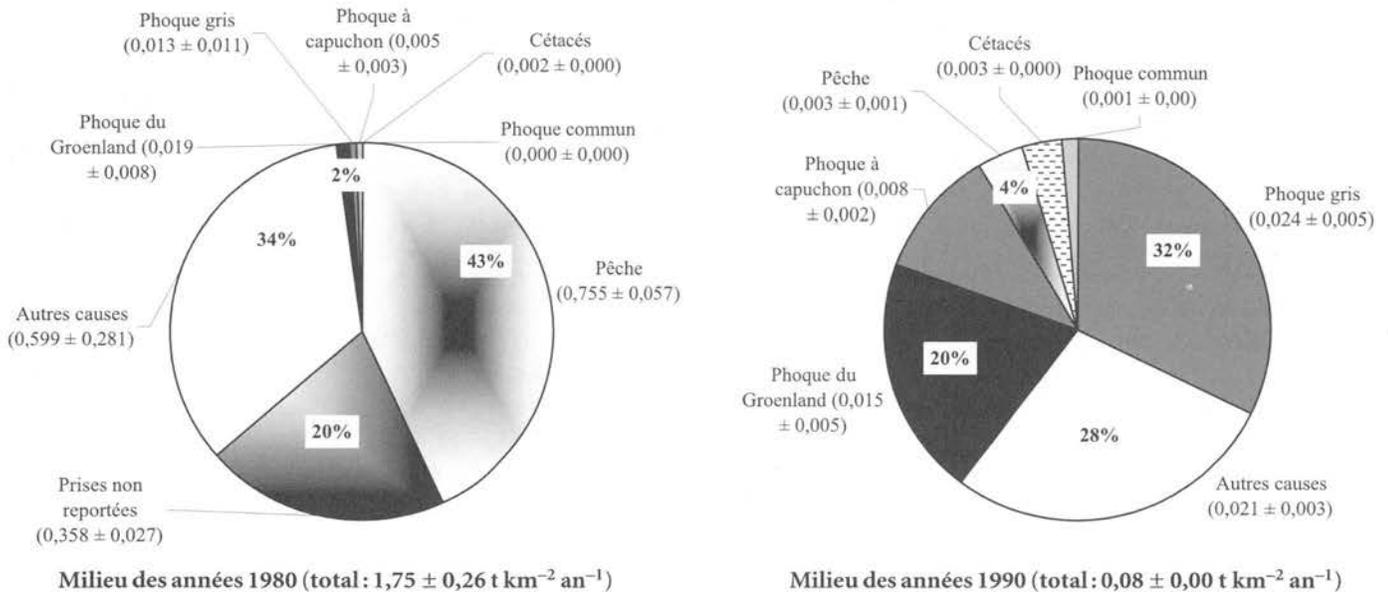


Figure 8. Principales causes de mortalité de la grande morue (> 35 cm) dans le nord du Golfe pour les deux périodes étudiées (t km⁻² an⁻¹)

une estimation des prises non rapportées, est la principale cause de mortalité des morues adultes à cette période. Pour le milieu des années 1990, les phoques sont des prédateurs importants, à la fois pour les petites et les grandes morues, et peuvent donc jouer un rôle dans l'absence de reprise du stock de morue. Cependant, il semble évident que la surpêche a causé des changements importants dans la structure et le fonctionnement de l'écosystème du nord du Golfe dans les 20 dernières années. Néanmoins, d'autres causes ont pu augmenter la mortalité de la morue avec l'arrivée de conditions environnementales froides défavorables à la productivité de la morue (en termes de condition, croissance et recrutement) et l'accroissement de la prédation par les mammifères marins

causé par la hausse de leurs populations ou par les poissons pélagiques sur la morue à ces différents stades de vie dans les années 1990. En effet, pour les deux périodes étudiées, une partie importante de la mortalité totale (de 34 à 28 %) est attribuée à la mortalité autre que par la prédation et la pêche. Cette mortalité inclut les décès à la suite de maladies et de vieillesse, d'inanition et de la détérioration des conditions environnementales. Elle englobe aussi indirectement les causes de mortalité non comptabilisées telles que les prises accidentelles rejetées par les pêches en sus des quantités estimées ou les processus non comptabilisés par les modèles survenant dans l'écosystème.

Actuellement, un autre modèle est en cours de réévaluation pour le nord du Golfe pour la période récente 2000 à 2002. Le golfe du Saint-Laurent est un « petit océan » qui abrite des milliers d'espèces animales et végétales, et dont les richesses et les paysages influencent la vie de millions de personnes. Dans sa diversité, il nous offre une foule de ressources naturelles renouvelables. Mais pour qu'elles soient renouvelables à long terme, il est nécessaire d'assurer une bonne protection de leur milieu et un prélèvement rationnel par les pêches. Même si nous avons maintenant une meilleure connaissance de l'agencement et des interactions entre les différents maillons de son écosystème, nous savons aussi que la mer n'est pas inépuisable comme nous le pensions il y a quelques décennies et, de ce fait, nous devons la traiter avec respect. Ces modèles pour le golfe du Saint-Laurent apporteront des renseignements sur la santé et la capacité de ces habitats à soutenir la biodiversité et la productivité,

sur l'effet de la mortalité par les pêches et la prédation sur ces écosystèmes et pourront servir de références pour aider à assurer un suivi.

Ce projet, volet Québec du programme canadien CDEENA, est le fruit d'un effort de collaboration entre la division des Poissons et Mammifères marins (Martin Castonguay, Mike Hammill, Lyne Morissette et Claude Savenkoff), la division des Invertébrés et Biologie expérimentale (Hugo Bourdages et Denis Chabot) et les nombreux collègues qui nous ont fourni les données. Les résultats de CDEENA sont actuellement disponibles sous forme de rapports techniques et de différentes publications acceptées et soumises pour publication en tant que groupe d'articles dans un numéro régulier du Journal canadien des sciences halieutiques et aquatiques. Grâce à l'équipe de l'Observatoire du Saint-Laurent, un aperçu des résultats de cette étude et des publications est disponible sur le site Internet de CDEENA (www.osl.gc.ca/cdeena/fr/accueil.shtml). ◀

Restauration d'un haut marais dans la région de Kamouraska Un bel exemple de collaboration pour protéger l'habitat du poisson

En juin 2004, des travaux de restauration d'un haut marais dans la région de Kamouraska constituaient l'aboutissement d'une excellente concertation entre les ministères de l'Environnement, celui des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs du Québec, Pêches et Océans Canada et le propriétaire du terrain.

En mai 2003, le ministère des Pêches et Océans recevait une plainte indiquant que des travaux de construction d'un aboiteau avaient été réalisés dans un haut marais, dans la région de Kamouraska. Une visite de terrain en vue d'évaluer sommairement les impacts causés à l'environnement permit de constater qu'un remblai d'une longueur de plus de 400 mètres avait été réalisé afin de récupérer une partie des terres à des fins agricoles.

Pendant plus d'un an, des agents des pêches des bureaux de Conservation et Protection de Sainte-Anne-des-Monts et

Gaspé, des agents de la conservation de la faune du ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs du Québec, des biologistes de la Direction de la gestion de l'habitat du poisson de Québec et de Mont-Joli ainsi que des biologistes du ministère de l'Environnement du Québec mirent en commun leur expertise afin de préparer un dossier sur les impacts environnementaux de la construction de l'aboiteau.

Les données récoltées sur la composition végétale indiquent clairement que les travaux ont été réalisés dans le haut marais, un secteur situé sous la ligne des hautes eaux, qui est inondé quelques fois par année lors des grandes marées de printemps et d'automne. En complément à cet échantillonnage, d'autres données ont permis d'identifier la zone des travaux comme étant un habitat du poisson au sens de la *Loi sur les pêches*.

Le résultat de la concertation entre les ministères a conduit à l'émission d'un constat d'infraction par le ministère de l'Environnement du Québec en vertu de la *Loi sur la qualité de l'environnement*. Le propriétaire du terrain s'est engagé à remettre le haut marais dans son état initial. En contrepartie, le Ministère a approuvé l'érection d'un nouveau remblai au-delà de la ligne des hautes eaux. Le retrait du remblai initial a permis la récupération du haut marais sur une superficie de plus de 120 000 m². En juillet 2004, la végétation montrait déjà des signes de reprise.

Par la récupération de près de 12 ha de marais, on redonne au milieu naturel un espace important par sa rareté, sa valeur patrimoniale et sa diversité biologique – on y trouve en effet le bruant de Nelson, le hibou des marais et l'épinoche. On peut facilement conclure que le grand gagnant de ce bel exemple de concertation est l'environnement !

Source : Judith Leblanc, biologiste. Direction de la gestion de l'habitat du poisson de Pêches et Océans Canada.



PÊCHES ET OCÉANS CANADA

Des biologistes de Pêches et Océans Canada et d'Environnement Québec et un agent de conservation de la faune identifient la végétation qui se trouve entre un remblai et l'estuaire du Saint-Laurent.

L'île d'Anticosti a son plan général d'aménagement intégré des ressources du milieu forestier

Pierre Beaupré, Christian Bédard, Claude Dufour, André Gingras, Chantal Malenfant et François Potvin

Visant à restaurer l'habitat du cerf de Virginie de l'île d'Anticosti, le plan d'aménagement intégré des ressources (PGAIR) du milieu forestier de l'île d'Anticosti a été déposé en mars dernier. Il a été élaboré par le ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs, la Société de la faune et des parcs du Québec¹ et Produits forestiers Anticosti inc., en concertation avec la municipalité de L'Île-d'Anticosti, la pourvoirie du lac Geneviève et Sépaq Anticosti.

Une situation nécessitant des correctifs

Le plan répond à une problématique forestière et faunique particulière causée par le broutement du cerf de Virginie, introduit à la fin du XIX^e siècle par Henri Menier, riche homme d'affaires français ayant acquis l'île en 1895 pour en faire son propre paradis de chasse. En raison de l'absence de prédateurs naturels, les 220 cerfs capturés au Cap-Saint-Ignace se sont rapidement multipliés malgré la localisation de ce territoire à la limite nordique de leur aire de distribution. L'inventaire aérien réalisé en 2001 a recensé au-delà de 125 000 bêtes, ce qui correspond à 30 % de la population totale de cerfs de Virginie du Québec et représente une densité de plus de 15 cerfs/km².

Depuis son introduction, le cerf a proliféré au point de modifier radicalement son habitat par un broutement intensif d'une grande variété de végétaux, dont le sapin baumier

qui constitue sa principale source d'alimentation hivernale, en plus de lui fournir un couvert forestier de qualité. Avant 1930, cette essence forestière dominait largement les forêts de l'île, mais elle est depuis systématiquement remplacée par l'épinette blanche, une espèce indigeste et peu broutée qui compose habituellement dix pour cent des sapinières.

Les photos ci-dessous illustrent bien l'impact du cerf sur la végétation de l'île. On y voit une superficie soustraite au broutement pendant dix ans, à l'aide d'une clôture. Le contraste avec la végétation environnante, soumise à l'action des cerfs, est saisissant.



GAÉTAN LARIVE - MINIF



GAÉTAN LARIVE - MINIF



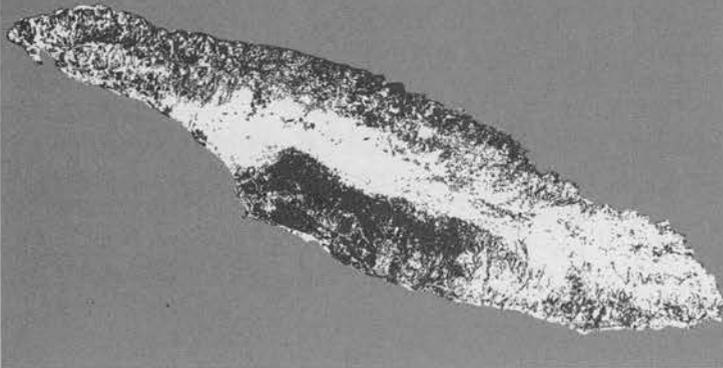
PHOTOS : CLAUDE DUFOUR

Pierre Beaupré est ingénieur forestier au ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs; Christian Bédard et Claude Dufour sont ingénieurs forestiers à Produits forestiers Anticosti inc.; André Gingras est biologiste au ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs; Chantal Malenfant est ingénieur forestier à Produits forestiers Anticosti inc. et François Potvin est ingénieur forestier et biologiste au ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs.

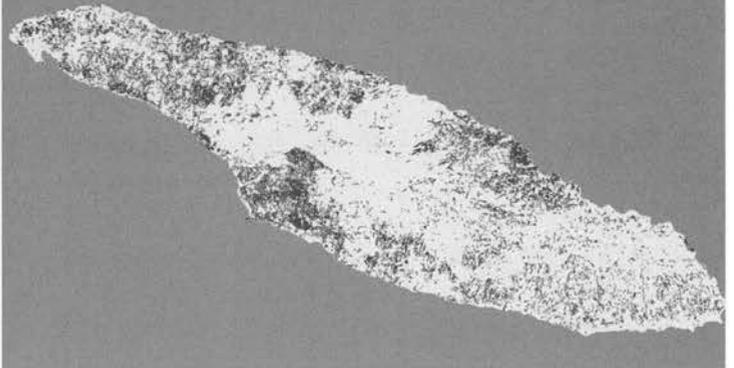
La sapinière à bouleau blanc, qui occupait environ 40 % de la superficie de l'île avant l'introduction du cerf, a ainsi vu sa superficie diminuer de moitié au cours du dernier siècle. De plus, les sapinières résiduelles sont maintenant en phase de décrépitude puisqu'elles se sont généralement établies avant l'introduction des cerfs. Si rien n'est fait, on appréhende même la disparition complète de cet habitat dans une cinquantaine d'années.

lements maintenus comme abris. Chaque bloc demeurera clôturé pendant environ dix ans pour permettre aux différentes espèces affectées par les cerfs de se régénérer et d'atteindre une hauteur d'au moins deux mètres, au-delà de laquelle la croissance des tiges ne sera plus menacée. Puis, on procédera au retrait de la clôture et le secteur aménagé deviendra, pendant 60 ans, un excellent habitat d'hiver, après quoi, il sera à nouveau partiellement récolté et clôturé.

Sapinières en 1895



Sapinières aujourd'hui



Cette transformation de la végétation anticostienne menace de provoquer non seulement une baisse substantielle de la densité de cerfs à moyen terme, mais pourrait mettre en péril l'avenir de la chasse sportive de ce cervidé, principal moteur économique pour la municipalité de L'Île-d'Anticosti. Des impacts majeurs sur une multitude d'espèces végétales et animales associées aux sapinières risquent aussi de se produire.

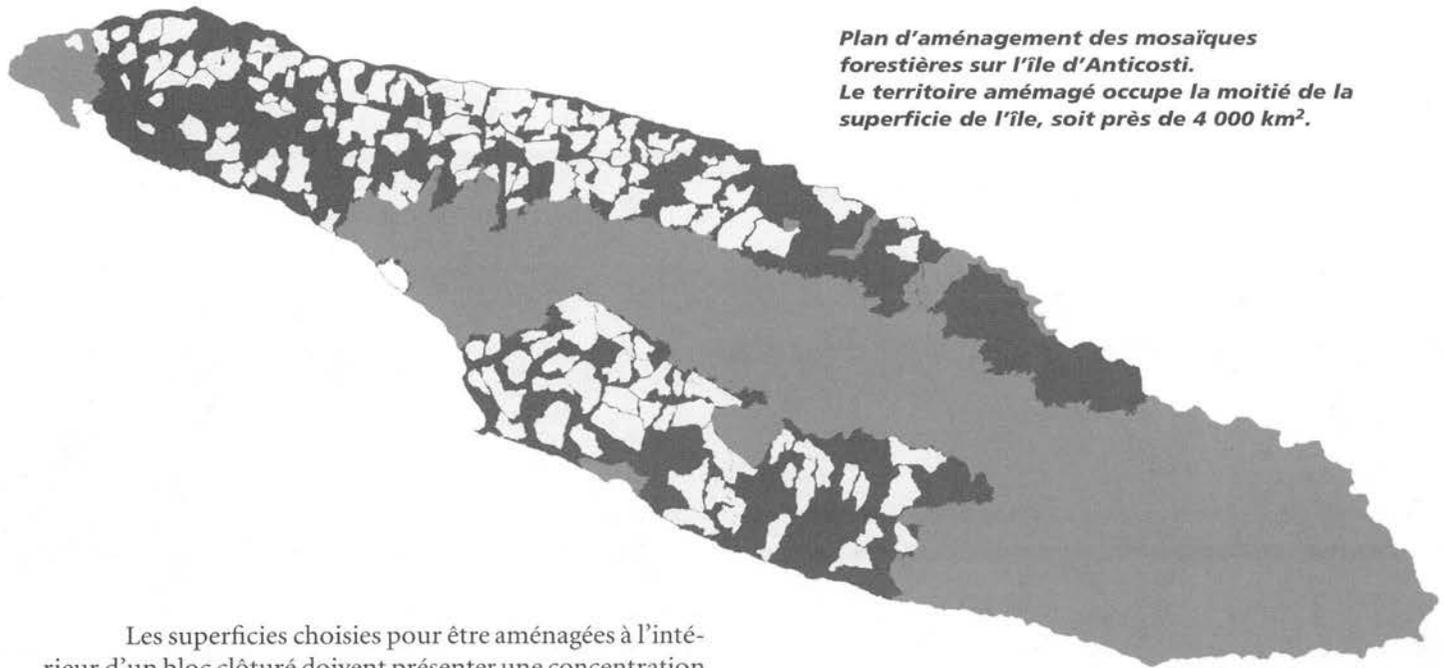
Des moyens à la mesure du défi

Les importants enjeux sociaux, environnementaux et économiques nécessitent de mettre de l'avant des mesures susceptibles d'assurer le développement durable des ressources de ce milieu forestier exceptionnel. Depuis 1995, différentes approches ont été testées pour régénérer les sapinières d'Anticosti. La seule méthode efficace disponible actuellement consiste à soustraire les semis de sapin au broutement des cerfs durant la première dizaine d'années de leur croissance. La mise en place de blocs clôturés a ainsi débuté à l'été 2000. Cette stratégie d'aménagement utilise également comme moyen d'intervention la chasse sportive et divers traitements forestiers, dont la récolte de bois.

La constitution de blocs clôturés vise à créer des mosaïques forestières où les cerfs pourront trouver abri et nourriture en hiver. La nourriture à laquelle les cerfs auront accès, après le retrait des clôtures, sera composée des branches latérales des sapins régénérés dans les blocs ainsi que des diverses essences d'arbres et arbustes en régénération. Les cerfs pourront s'alimenter en circulant autour des peu-

Pour influencer positivement l'avenir de la population de cerfs de Virginie de l'île et celle des autres espèces associées aux sapinières à bouleau blanc, il fallait toutefois pouvoir agir sur la plus grande superficie possible. Pour répondre à ce défi, 148 blocs de trois à 30 km² ont été sélectionnés et seront progressivement aménagés sur une période de 150 ans. Le territoire aménagé occupe la moitié de la superficie de l'île, soit près de 4 000 km². La superficie clôturée va graduellement augmenter au cours des dix premières années. Par la suite, la superficie des nouveaux blocs clôturés sera compensée par celle des blocs où les clôtures seront retirées. La superficie clôturée en même temps représentera au plus huit pour cent du territoire aménagé.





Plan d'aménagement des mosaïques forestières sur l'île d'Anticosti.
Le territoire aménagé occupe la moitié de la superficie de l'île, soit près de 4 000 km².

Les superficies choisies pour être aménagées à l'intérieur d'un bloc clôturé doivent présenter une concentration suffisamment grande de peuplements aptes à être récoltés en même temps et susceptibles d'évoluer vers la sapinière à bouleau blanc. En plus de la composition des peuplements, certains autres critères ont également servi à modeler le contour des blocs afin d'éviter, par exemple, que la clôture ne traverse des rivières encaissées, qu'elle ne bloque une route principale d'accès ou empêche la migration nord-sud des cerfs lors de leur déplacement vers les aires hivernales de confinement.

L'ordre de réalisation des blocs, dans le temps et dans l'espace, a constitué une étape déterminante de l'élaboration de ce plan d'aménagement, car elle impliquait la prise en compte des diverses préoccupations manifestées par les différents acteurs présents sur le territoire. La séquence retenue considère notamment les éléments suivants :

- Vulnérabilité de la forêt
- Coûts d'aménagement pour l'État
- Impact sur chaque territoire de chasse
- Capacité de chaque pourvoirie à diminuer la population de cerfs
- Distance de transport de la matière ligneuse
- Phénomène de migration nord-sud des cerfs

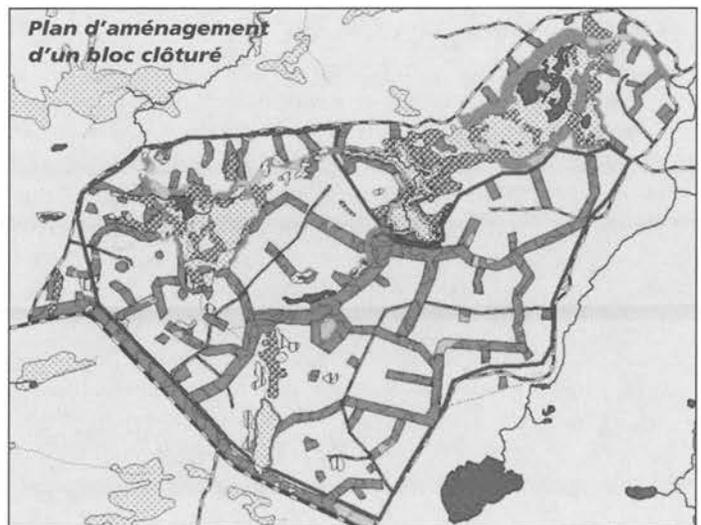
Afin de minimiser la perte d'habitat à court terme, les sapinières ne sont récoltées qu'à l'intérieur de secteurs clôturés. De plus, lorsqu'il est possible de clôturer des secteurs de pessières blanches, ces dernières sont récoltées et reboisées en sapin.

L'aménagement d'un bloc clôturé : un travail en cinq étapes

Pour chacun des blocs, le travail débute par la planification cartographique du futur habitat hivernal des cerfs. La mosaïque abri-nourriture recherchée doit présenter une certaine proportion de peuplements matures servant d'abris

(en gris foncé sur l'image plus bas), lesquels seront imbriqués dans une matrice de forêts en régénération nouvellement récoltées (en gris pâle sur l'image), offrant ainsi aux cerfs une nourriture hivernale de qualité.

Ces modèles complexes de coupe sont ensuite réalisés à l'aide d'abatteuses-façonneuses, lesquelles permettent d'éviter les amoncellements de branches en bordure de route et préservent la qualité esthétique des chemins empruntés par les divers usagers de la forêt anticostienne. Ces équipements sont également munis de système de navigation GPS qui permettent à l'opérateur d'afficher la carte forestière, les prescriptions demandées et sa position réelle. Il peut ainsi se guider sur le terrain et effectuer le bon traitement sans avoir recours à la pose de rubans en forêt. Cette technologie





SÉBASTIEN ROY

sert également au suivi des opérations et des relevés après coupe. Les abatteuses-façonneuses sont aussi utilisées pour le façonnage des arbres qui seront laissés sur pied afin de servir comme poteaux de soutien aux clôtures. De plus, la forêt résiduelle doit se trouver à au moins 20 m de la ligne de poteaux afin d'éviter que des arbres puissent endommager la clôture en cas de chablis.

La pose des clôtures autour des blocs est complétée l'année suivant la fin de la coupe afin d'éviter que les cerfs, attirés par les activités (odeur, bruit, lichens arboricoles et ramilles de sapin au sol), ne se concentrent dans le bloc. Idéalement, les arbres choisis comme poteaux ne doivent pas être espacés de plus de dix mètres. Des piquets de métal sont utilisés lorsque nécessaire pour consolider la clôture qui doit avoir au moins trois mètres de haut pour éviter que les cerfs ne pénètrent dans le bloc en hiver, à la faveur d'une épaisseur de neige qui atteint souvent deux mètres à Anticosti. De plus, des portes « anti-cerfs » sont aménagées afin de permettre la circulation des véhicules à l'entrée et à la sortie des blocs tout en assurant l'étanchéité des sites au passage des cerfs.



CLAUDE BÉGIN

L'année de la fermeture du périmètre, les pourvoiries entreprennent de diminuer la densité de cerfs à l'intérieur du bloc à l'aide de la chasse sportive. On vise à obtenir une densité d'environ trois cerfs par kilomètre carré, la densité moyenne de l'île étant de plus de 15 cerfs/km². Une baisse importante de la population doit être effectuée dès la première année afin de préserver le plus grand nombre de semis préétablis de sapins se retrouvant dans le bloc clôturé. Un effort de chasse doit également être maintenu tout au cours



SÉBASTIEN ROY



CHRISTIAN BÉGIN

des années subséquentes. En plus de baisser la population de cerfs à l'aide de chasseurs sportifs, des moyens passifs sont actuellement testés afin de permettre aux cerfs de sortir de ces blocs, mais non d'y entrer.

Une fois le cheptel réduit, la plantation de sapins est réalisée aux endroits n'ayant pas suffisamment de régénération naturelle de cette essence ou de feuillus. Une logistique unique faisant appel à des procédures inhabituelles doit prendre en compte le transport maritime des plants et la protection particulière à leur accorder à leur arrivée sur l'île afin de les protéger du broutement des cerfs.

Une stratégie unique ayant nécessité de la créativité

Les techniques d'aménagement développées à Anticosti sont uniques et s'appliquent de façon concrète depuis maintenant trois ans. Cette stratégie a nécessité plusieurs innovations dont :

- le développement d'une photointerprétation très fine (± 1 ha) pour la planification de la mosaïque abri-nourriture ;
- le développement de la technique de construction pour implanter annuellement entre 30 et 40 km de clôtures en forêt ;
- la mise en place de forfaits de chasse particuliers pour prélever entre 300 et 500 cerfs annuellement dans les secteurs clôturés, sans nuire aux forfaits réguliers de chasse ;
- l'adaptation des techniques de préparation de terrain et de plantation pour mettre en terre environ 500 000 semis de sapin annuellement.

Le plan d'aménagement comporte également des innovations intéressantes en ce qui a trait à la modélisation. D'abord, les regroupements des peuplements de la carte d'inventaire forestier ont été réalisés de façon à bien refléter la réalité faune-forêt d'Anticosti. Les quelque 10 000 appellations cartographiques ont ainsi été regroupées en 144 strates d'aménagement retenues, ce qui a rendu possible l'utilisation de plus de 1 400 placettes-échantillons. Chacune des essences inventoriées dans ces placettes a ensuite été projetée dans le temps, permettant ainsi de suivre l'évolution de certaines variables forestières dont, notamment, le volume, la densité, la hauteur, la quantité d'arbres renversés. Les résultats ont ensuite été compilés de différentes façons, pour chaque regroupement cartographique, de manière à décrire et à simuler l'évolution de l'habitat des cerfs, la visibilité pour la chasse et le volume de matière ligneuse.

Ce développement a ainsi permis de prendre en considération la vocation faunique prioritaire de l'île d'Anticosti dans l'établissement de la possibilité forestière de coupe, laquelle se situe à 190 000 m³/an, et de déterminer l'impact de l'application de la stratégie sur la population de cerfs.

Vers une population de cerfs plus en équilibre avec le milieu

L'évolution prévisible de l'habitat hivernal du cerf a été simulée, d'abord selon un scénario sans intervention sur la forêt, c'est-à-dire en absence de coupes, puis selon les interventions prévues à la stratégie d'aménagement. Dans le premier cas, les résultats démontrent que les peuplements qui offrent à la fois abri et nourriture, de même que ceux qui procurent uniquement de la nourriture, auront pratiquement disparu après 2050. Dans 100 ans, la baisse de population qui s'ensuivrait serait de l'ordre de 84 %, soit une densité résiduelle de moins de deux cerfs par kilomètre carré. Dans le second cas, le modèle de simulation prévoit que la mise en œuvre de la stratégie d'aménagement retenue permettrait de maintenir environ dix cerfs par kilomètre carré dans la portion ouest de l'île.



À long terme, cette population plus faible de cerfs permettrait de réduire l'impact écologique sur le milieu. Les ressources alimentaires disponibles par animal devenant plus abondantes, on pourrait également assister à une augmentation de leur taille et à une diminution des fluctuations de population causées par les hivers rigoureux.

Par ailleurs, afin d'assurer la pérennité d'une industrie de la chasse et de la villégiature économiquement viable malgré cette diminution anticipée du cheptel, il faudra travailler à améliorer la visibilité des cerfs afin de maintenir la qualité de chasse qui fait la renommée d'Anticosti. Ce travail sur la visibilité a déjà été amorcé dans le cadre du plan d'aménagement et se poursuivra au cours des prochaines années en utilisant notamment l'expertise des guides de chasse d'Anticosti. Par exemple, lorsque des secteurs de pessières blanches sont de trop faible superficie pour être clôturés et convertis en sapinières, des coupes y sont pratiquées dans le but de produire à la fois de la matière ligneuse et un milieu où la visibilité pour la chasse est excellente. Ces coupes aux contours sinueux, qui deviennent des champs de graminées pendant de nombreuses années après intervention, semblent attirer les cerfs et sont aussi très appréciées des chasseurs, lesquels se déplacent en bordure à une distance de tir de 100 m ou moins du centre de la coupe.

Une restauration de la végétation d'origine

La stratégie des blocs clôturés se veut également une contribution importante à la conservation de la diversité biologique, car les interventions visent à maintenir et à reconstituer d'importantes superficies de sapinières à bouleau blanc, lesquelles constituent la principale composante forestière naturelle de l'île, mais également la plus affectée par les cerfs.





CLAUDE DUPONT

La mise en œuvre de cette stratégie rendra ainsi possible non seulement la régénération du sapin, mais aussi le maintien d'un grand nombre d'espèces végétales qui y sont associées. Des résultats préliminaires démontrent que plusieurs espèces pionnières, comme le framboisier, l'épilobe, le peuplier faux-tremble et le bouleau à papier, se régénèrent abondamment dans les blocs clôturés. En soustrayant temporairement ces espèces au broutement du cerf, on leur permet ainsi de renouveler leurs semences périodiquement, de refaire un cycle vital et de se perpétuer puisqu'elles sont adaptées à une présence locale discontinue dans le temps.



CLAUDE DUPONT

En plus de voir au maintien de la composition de la forêt en espèces végétales, la stratégie des blocs clôturés permettra d'assurer la présence dans le temps de différents stades de développement en favorisant, d'une part, la création de jeunes peuplements de sapins et de feuillus, lesquels sont actuellement très rares. D'autre part, les vieilles sapinières, très abondantes et plutôt diversifiées en essences compagnes, demeureront bien représentées à court terme, car environ le tiers de celles-ci sont situées à l'extérieur des blocs clôturés et sont donc soustraites à la récolte. De plus,

les peuplements d'abri conservés dans les blocs clôturés sont constitués en partie de vieilles sapinières également soustraites à la récolte.

Le problème de représentativité des vieilles forêts surviendra plutôt à moyen terme lorsque la majorité des sapinières actuelles, qui se sont établies avant que les cerfs ne contrôlent la végétation, auront disparu et que les superficies régénérées par les blocs clôturés seront encore trop jeunes. Les seules sapinières qui pourront alors avoir atteint le stade de sénescence sont les rares sapinières qui ont réussi à se reconstituer malgré la présence des cerfs. Cette situation est préoccupante et un plan d'action répondant à cet enjeu devra éventuellement être mis en place.

Une première mesure en ce sens a d'ailleurs été prévue dans le cadre du PGAIR, en reportant l'âge de maturité des rares strates actuellement jeunes du type écologique MS2 et comportant du sapin s'étant régénéré malgré la présence des cerfs. Cet âge, qui aurait normalement été de 50 ans, a été fixé à 90 ans, faisant en sorte que ces strates seront en phase de sénescence le temps que d'autres sapinières issues des secteurs aménagés viennent prendre le relais.

Les interventions forestières visent également à favoriser le maintien d'attributs essentiels associés aux vieilles forêts, tels que la conservation sur pied d'arbres à valeur faunique (feuillus) et de chicots ainsi que la conservation de gros débris ligneux au sol (> 5 m³/ha). La protection des gaules et des petites tiges marchandes de sapins est également assurée dans les rares peuplements propices à ce type de traitement. La majorité des peuplements qui seront traités à court terme se prêtent, par ailleurs, difficilement aux coupes partielles puisque les cerfs ont perturbé leurs structures verticale et horizontale en y éliminant la strate arbustive et en y changeant la composition en essences.



GUY FRAUENHOF - SIBERTY

Les structures de peuplement naturellement présentes sur l'île sont donc actuellement difficiles à caractériser. Il est toutefois possible de spéculer sur la mosaïque naturelle que l'on devait retrouver sur l'île avant que les cerfs ne perturbent l'écosystème, et ce, en se basant sur l'effet des principales perturbations. On peut penser que la présence de grandes trouées dispersées, telles que reproduites dans les blocs clôturés, imitera relativement bien les grandes zones de mortalité affectées par l'arpenteuse de la pruche, principal agent de renouvellement des forêts d'Anticosti. Conjuguées aux chablis qui viennent rapidement compléter le travail une fois l'ouverture du couvert entamée, les épidémies laissent de plus une structure des peuplements relativement équiennne. On peut également observer cette structure dans les sapinières n'ayant subi aucune perturbation naturelle ou anthropique, bien qu'on trouve parfois des peuplements où il y a différentes classes d'âge entremêlées par bouquets et plus rarement par pied d'arbres.

Une étude au doctorat, présentement menée dans le cadre des travaux de la Chaire de recherche industrielle CRSNG-Produits forestiers Anticosti, porte sur la reconstitution de la structure des peuplements avant l'arrivée des cerfs à Anticosti. Les résultats de cette étude permettront de préciser les pratiques sylvicoles à adopter pour imiter ces structures, notamment celles qui favorisent le maintien d'un niveau cible de vieilles forêts.

Des mesures particulières de conservation

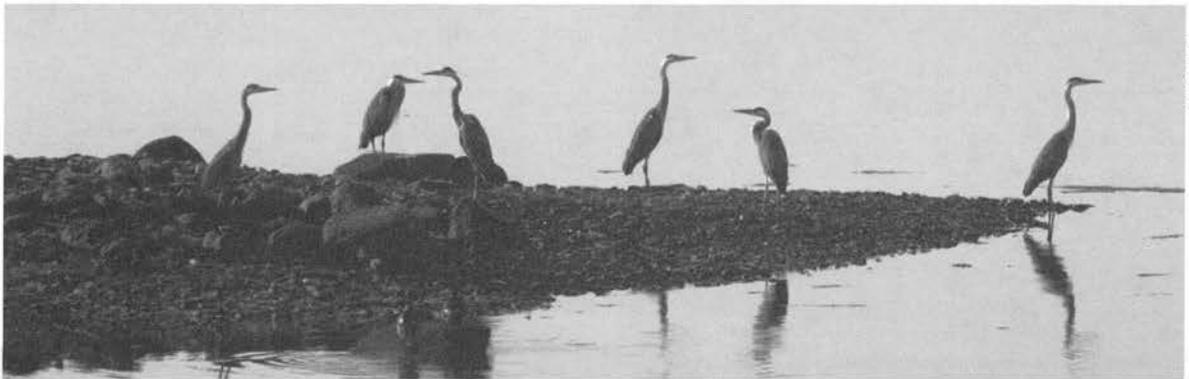
À noter qu'une série de mesures particulières ont été élaborées afin de bonifier le Règlement sur les normes d'intervention dans les forêts du domaine de l'État (RNI) et d'assurer ainsi une protection supérieure des ressources du milieu forestier de l'île d'Anticosti. Ces mesures de substitution visent la protection des cours d'eau, la protection des nids de pygargue à tête blanche et de grand héron ainsi que l'esthétique des paysages.



CLAUDE DUFOUR



CLAUDE DUFOUR



CLAUDE DUFOUR



GILÉAN LAPRÈGE - WINDIP



CLAUDE DUFOUR

En concertation avec les gens du milieu

L'élaboration du PGAIR du milieu forestier de l'île d'Anticosti repose sur une approche concertée des différents intervenants présents sur le territoire forestier sous aménagement. Ce plan est une œuvre collective basée sur les connaissances et les besoins respectifs qui ont été exprimés dans l'entente et le respect à une Table de concertation regroupant des représentants de deux pourvoies (Sépaq Anticosti et pourvoies du lac Geneviève), de la municipalité de l'Île-d'Anticosti, du comité consultatif du territoire des résidents, du ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs, de la Société de la faune et des parcs du Québec et de Produits forestiers Anticosti inc.

Forts des liens de confiance tissés depuis 1995 au sein d'un comité local d'harmonisation, ces partenaires se sont donc engagés, en 1999, dans un processus de consultation élargi. Le comité local est ainsi devenu une table de concertation dont l'objectif était, dans un premier temps, de développer une compréhension commune de la problématique faunique et forestière du territoire de façon à partager une vision collective des enjeux écologiques, sociaux et économiques qui y sont associés. Il s'agissait ensuite d'élaborer conjointement une stratégie d'aménagement susceptible de satisfaire l'ensemble des intervenants, dans le respect de la vocation faunique prioritaire de l'île, l'approche par consensus étant privilégiée.

Ainsi, la planification des activités d'aménagement forestier et faunique sur le territoire a fait largement appel à la participation active et soutenue des intervenants locaux, lesquels ont été appelés à contribuer au choix des objectifs d'aménagement, à exprimer leurs préoccupations et leurs attentes et à proposer des solutions durables.

De nombreuses rencontres publiques, entrevues et colloques ont également été tenus au cours des dernières années, pour alimenter les réflexions. L'élaboration du présent plan d'aménagement a également bénéficié de l'apport d'une multitude d'experts techniques et scientifiques en matière d'aménagement forestier et faunique. Plusieurs visites de terrain ont d'ailleurs été organisées au cours de cet exercice afin de valider divers éléments de connaissances ou d'échanger sur les différentes approches préconisées. Ce dossier a été présenté dans le cadre de différents événements au cours des dernières années. À ces occasions, un grand nombre de personnes, issues de divers milieux du domaine faunique et forestier, ont eu la possibilité de fournir leurs commentaires sur ce projet d'aménagement.

Le PGAIR du milieu forestier de l'île d'Anticosti considère donc la vaste gamme de connaissances des intervenants concernés et la multitude d'intérêts en cause. Il fait état des consensus établis localement, des mesures d'atténuation convenues, des préoccupations qui subsistent et des éléments de connaissances à parfaire. Il démontre ainsi la

volonté du milieu de développer harmonieusement les principales ressources fauniques et forestières de l'île d'Anticosti et constitue, en outre, un document de référence et un outil de gestion pour la mise en œuvre et le suivi de la stratégie d'aménagement retenue.

Certes, cette concertation complexifie considérablement l'aménagement et les travaux à effectuer en comparaison avec une planification unilatérale. Cependant, elle aura permis d'assurer une survie à long terme de cet ambitieux projet d'aménagement intégré faune-forêt. Il ne fait pas de doute que la réceptivité, de même que l'attitude positive et constructive des représentants d'Anticosti, se sont avérées les facteurs-clés de cette démarche.

La suite des choses

Le PGAIR du milieu forestier de l'île d'Anticosti repose sur un processus de gestion adaptative visant l'amélioration continue. La stratégie d'intervention évoluera à la lumière des résultats des interventions pratiquées, qui seront l'objet d'un programme de suivi.

Sur le plan de la recherche, la Chaire de recherche industrielle CRSNG-Produits forestiers Anticosti de l'Université Laval a été mise sur pied en avril 2001. Quatre axes de recherche ont d'ailleurs été considérés comme prioritaires. Par le premier axe, on cherche à évaluer et à comprendre les effets des densités élevées de cerfs sur l'ensemble des composantes et des processus des écosystèmes terrestres de l'île. Le second axe vient appuyer les aménagistes dans leurs efforts pour restaurer l'habitat des cerfs en fournissant des données détaillées sur leur stratégie de quête alimentaire et leurs besoins d'abri, selon les saisons. Le troisième axe concerne la mise au point de pratiques sylvicoles adaptées, de sorte qu'elles permettent la régénération forestière dans un contexte de fortes populations d'herbivores. Finalement, le dernier axe consiste en l'expérimentation de différentes approches d'intégration des pratiques d'aménagement forestier et faunique. Quelque 20 projets de recherche différents ont été élaborés pour atteindre ces objectifs. La plupart sont réalisés dans le cadre d'études de maîtrise et de doctorat.

La situation de l'île d'Anticosti n'est pas unique. Les perturbations des écosystèmes liées aux surpopulations d'ongulés sauvages sont de plus en plus répandues dans le monde et leur gestion est devenue un enjeu majeur. En 2005, un colloque international sur les surpopulations de cervidés est prévu à l'île d'Anticosti, afin de partager l'expérience acquise.

Il est possible de télécharger ou de commander une copie numérique du Plan d'aménagement à l'adresse Internet suivante : www.carrefour.cegep-baie-comeau.qc.ca ◀

1. La Société de la faune et des parcs du Québec a été intégrée au ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs en juillet 2004.

Les parcs nationaux du Québec : de grandes pages de l'histoire humaine d'ici

Par Jean-Pierre Guay

À l'instar des autres réseaux de parcs nationaux du monde, ceux du Québec sont d'abord voués à la conservation et à la mise en valeur d'éléments exceptionnels ou représentatifs du patrimoine naturel d'ici. Toutefois, leur création étant relativement récente, ces territoires protégés furent jadis occupés ou fréquentés par les populations du pays. Ainsi, l'occupation humaine et l'utilisation du territoire font partie intégrante du patrimoine de chacun des parcs, ce qui doit aussi être mis en valeur. En remontant dans le temps, il devient possible de mieux saisir, par exemple, l'importance stratégique d'un territoire, ou encore les enjeux économiques qui ont marqué son paysage ou tout simplement comment la beauté ou les richesses naturelles du lieu y ont, de tout temps, attiré les humains.

Ce volet, important pour la compréhension des parcs nationaux d'aujourd'hui, avait été peu développé lors de la mise en place du réseau de parcs du Québec dans les années 1980. Au cours des dernières années, la Société des établissements de plein air du Québec (Sépaq), tout en implantant des programmes d'interprétation de qualité dans tous les parcs, a consacré des ressources importantes à la mise en valeur du patrimoine historique de ces territoires. De telle sorte que, vu dans une perspective d'ensemble, il est possible, en parcourant chacun des parcs nationaux, de retrouver les grandes pages de l'histoire humaine en territoire québécois jusqu'à l'après-Révolution tranquille. C'est le propos de cet article. L'approche chronologique comportait toutefois la grande difficulté de faire ressortir ces grandes étapes dans le cadre limité d'un article. Il fut donc privilégié d'aborder ce texte à partir de thèmes dont la lecture fera se révéler une vision plus impressionniste que chronologique de l'histoire. D'autant plus que cette approche correspond à la démarche qu'auront à adopter les visiteurs des parcs. Ainsi, pour illustrer chacun des thèmes, un tableau présentera divers moyens, non exhaustifs, visant à mettre en évidence ce volet des programmes d'interprétation. Soulignons que ces moyens peuvent être à caractère exclusivement historique ou encore intégrés à une activité plus générale portant sur d'autres aspects du parc.

L'histoire de l'univers et l'évolution de la vie sur la Planète

Il était une fois la nuit des temps! Le réseau des parcs nationaux du Québec a cette particularité singulière d'offrir à ses visiteurs la possibilité de remonter dans le temps jus-



Nouveau musée d'histoire naturelle, parc national de Miguasha

qu'au commencement, et d'en revenir notamment jusqu'à la transition de la vie aquatique à la vie terrestre, en passant par les origines de notre planète. Ainsi au parc national du Mont-Mégantic, la thématique du programme d'interprétation aborde les origines de l'univers et de la Terre.

Par ailleurs, à Miguasha¹, site fossilifère du Patrimoine mondial de l'UNESCO, le nouveau Musée d'histoire naturelle ramène les visiteurs 370 millions d'années en arrière, à la période du Dévonien. Ses nombreux fossiles de plantes et de poissons retracent la vie et le paysage de cette époque. De même à Anticosti, on peut remonter encore plus loin, à la période du Silurien, il y a 440 millions d'années, et retrouver les formes de vie de cette période.

Parc national	Activités ²	Remarque
Anticosti	Les canyons du brick et de la Chicotte	Activité guidée : observation de brachiopodes, gastéropodes, coraux, éponges...
Miguasha	Causeries, nouvelle exposition, visites guidées, etc.	La paléontologie, le Dévonien, les fossiles
Mont-Mégantic	Rythmes cosmiques	Film haute-définition sur l'histoire de l'univers
Mont-Mégantic	Cosmolab Vélan	Exposition sur l'univers, son origine, sa forme, son évolution et diverses théories

Jean-Pierre Guay est conseiller spécial à la retraite de Parcs Québec (Sépaq)

Les premiers occupants

Il y a 8000 ans, des groupes de chasseurs paléo-indiens pénètrent dans la vallée du Saint-Laurent alors que la mer de Champlain se retire. Aux parcs nationaux du Bic et de la Gaspésie, les recherches ont relevé des indices de leur passage. Plus tard, à l'époque Archaïque (8 000 à 3 000 ans avant nous), les Amérindiens vivent un nomadisme saisonnier adapté à l'exploitation de l'ensemble des ressources de la chasse, de la pêche et de la cueillette. Au parc national de Plaisance, les artefacts retrouvés aux limites du parc, témoignent de leur présence au cœur d'un vaste réseau d'échanges dont la rivière Outaouais constituait une voie de communication.

De 3000 ans jusqu'à 500 ans avant aujourd'hui, période dite du Sylvicole, les modes d'adaptation se diversifient parmi les populations amérindiennes. Dans la plaine laurentienne, ces populations empruntent des innovations aux groupes situés plus au sud, comme la poterie et la culture du maïs. On remarque une poussée démographique. La cueillette de fruits, de plantes et de graines prend une place plus importante dans leurs activités, la chasse et la pêche n'étant cependant pas délaissées pour autant. Fouilles à l'appui, les parcs nationaux d'Aiguebelle et des Îles-de-Boucherville sont en mesure d'évoquer cette période.

Plus près de nous, aux XVI^e et XVII^e siècles, plusieurs nations ont parcouru ou occupé les territoires où sont aujourd'hui situés des parcs nationaux.

Parc national	Activités	Remarque
Bic	Sentier archéologique	Avec panneaux d'interprétation sur la présence amérindienne
Frontenac	Masanabesek ou le grand lac	Causerie sur l'histoire du lac Saint-François
Îles-de-Boucherville	Hutte amérindienne	Reconstitution; panneaux d'interprétation
Oka	Il était une fois... il y a 2000 ans	Reconstitution théâtrale
Plaisance	Sur la route des Weskaniris!	Randonnée guidée en <i>rabaska</i>

Les découvreurs

Avant même que Jacques Cartier n'érige sa croix à Gaspé, des pêcheurs européens fréquentaient la péninsule gaspésienne, incluant Percé. Par ailleurs, les Basques pourchassaient déjà les mammifères marins jusque dans la zone de l'embouchure du Saguenay. Des vestiges de leurs fours, servant à fondre les graisses de baleine, ont été mis à jour dans le territoire adjacent au parc marin du Saguenay – Saint-Laurent. Par ailleurs, le 14 juillet 1534, fête de saint Bonaventure, Jacques Cartier aurait nommé l'île qui fait aujourd'hui partie du parc national de l'Île-Bonaventure-et-du-Rocher-Percé. Quelques semaines plus tard, il côtoyait l'île d'Anticosti. À la fin d'août 1535, ses trois navires mouillèrent dans un havre

naturel d'une grande beauté qu'il décrira comme un véritable refuge contre les vents et les courants du fleuve. Cartier venait de découvrir le Bic.

À la fin du XVI^e siècle, Tadoussac est devenu le plus grand centre de commerce des fourrures en Amérique du Nord. En 1603, Champlain reconnaît, au Bic, cette montagne haute de plus de 300 m qui deviendra le point de repère des navigateurs, les invitant à obliquer vers Tadoussac. Ce pic porte maintenant son nom. Dix ans plus tard, Champlain remontera jusqu'à la rivière des Outaouais où il notera, à l'embouchure d'une petite rivière, la présence d'une bande amérindienne appartenant à la nation algonquine, les Weskarinis. C'était dans le secteur du parc national de Plaisance.

Enfin, toujours au XVII^e siècle, les Jésuites en quête d'évangélisation ont été guidés par des Montagnais et des Hurons sur un sentier qui les amenaient de Québec au lac Saint-Jean sans emprunter le fleuve. Ils traversaient ainsi le territoire de l'actuel parc national de la Jacques-Cartier.



Calvaire d'Oka

La vie maritime

Jusqu'au XX^e siècle, le fleuve Saint-Laurent aura été la seule voie d'entrée au Québec à partir de l'Europe. Cette voie navigable des plus difficiles aura occasionné nombre de naufrages, plus particulièrement autour de l'île d'Anticosti. Le gouvernement y installa quelques phares, dont celui de la Pointe-Sud-Ouest, en 1831. Isolés dans l'immensité de l'île, les gardiens de phare y vivent avec leur famille. À la même époque, au fond d'une baie, à l'ouest de l'île, un personnage excentrique et mystérieux, Louis-Olivier Gamache, est chargé de ravitailler les survivants des naufrages.

Quelques années plus tard, en 1843, un phare est installé à l'île Bicquette, au large du parc du Bic. Après le pic Champlain, ce nouveau repère amènera les navires à obliquer vers Tadoussac et à poursuivre leur route sur le chenal nord. C'est aussi au Bic que s'établissent, dès 1787, les pilotes du Saint-Laurent. Ils y seront jusqu'en 1905 où le poste sera déplacé à Pointe-au-Père.

Par ailleurs, deux parcs nationaux peuvent témoigner de la vie insulaire dans le Saint-Laurent. Dès 1676, quelques pêcheurs s'établissent aux îles Percées, nom désignant à l'époque l'île Bonaventure et le rocher Percé. On y comptera 24 habitants jusqu'en 1690, année où l'amiral Phipps détruira tous les établissements de l'île et de Percé. Sous le régime anglais, des compagnies de pêche provenant de l'île de Jersey s'implantent dans la péninsule gaspésienne, notamment à Percé et à l'île Bonaventure. Certaines infrastructures de la Bouthillier sur l'île Bonaventure et des Robin à Percé, rappellent cette époque.

Ce n'est qu'après la Confédération que quelques familles de pêcheurs du sud de la Gaspésie ont créé un petit hameau dans l'anse aux Fraises au sud de l'île d'Anticosti, bâtissant leurs maisons avec des bois d'épaves. En 1895, on compte 62 familles sur l'ensemble du territoire. Cette année-là, Henri Menier, chocolatier et multimillionnaire français, achète l'île et y instaure un régime quasi féodal qui prendra fin en 1913 avec sa mort. Jusqu'en 1982, l'île fut exploitée par des compagnies forestières.

Parc national	Activités	Remarque
Anticosti	Excursions en zodiac	Avec guide : découvrir l'esprit des premiers navigateurs
Anticosti	Causerie en soirée à Port-Menier	Les personnages qui ont marqué l'histoire de l'île
Bic	Une occupation humaine inspirée du paysage	Randonnée guidée
Île-Bonaventure-et-Rocher-Percé	Un rocher, une île, ... un parc national	Au Chaffaud de la Cie Robin de Percé
Jacques-Cartier	L'aviron, les <i>pitounes</i> et les jumelles	Randonnée guidée en <i>rabaska</i>



Le Chaffaud, parc national de l'île-Bonaventure-et-du-Rocher-Percé

L'organisation du territoire : les seigneuries et les townships

Le régime seigneurial a marqué notamment l'histoire des parcs nationaux des Îles-de-Boucherville et du Mont-Saint-Bruno. Concédées en 1672, par l'intendant Jean Talon à Pierre Boucher, fils aîné du Seigneur de Boucherville, les îles Percées – aujourd'hui nommées Boucherville – furent destinées à l'agriculture. En outre, le mont Saint-Bruno et son réseau hydrographique constituèrent un atout exceptionnel pour les divers moulins servant à produire la farine, à scier le bois et à carder ou à tisser le lin de la seigneurie de Montarville, concédée au même Boucher, en 1710.

Par ailleurs, en 1763, un nouveau mode d'occupation des terres est mis en place sous le régime anglais, celui des *townships*, et qui marquera notamment l'évolution des Cantons de l'Est et des parcs nationaux du Mont-Orford et du Mont-Mégantic.

Parc national	Activités	Remarque
Îles-de-Boucherville	Un chapelet d'îles au cœur d'un grand fleuve	Exposition permanente
Mont-Saint-Bruno	Le Vieux-Moulin	Exposition permanente

L'exploitation des ressources naturelles

S'il est un domaine où l'histoire du Québec et celle des parcs nationaux se recoupent, c'est bien celui de l'exploitation des ressources naturelles. La forêt à perte de vue, un sous-sol méconnu tout autant qu'un sol souvent fertile, des lacs en quantité inconnue, de puissantes et nombreuses rivières, autant d'éléments naturels qui ont déterminé l'utilisation du territoire par celles et ceux qui avaient choisi de vivre ici. À une époque où l'idée du développement durable n'existait pas et où la notion de conservation commençait à peine à poindre à l'extérieur du Québec. Ce sujet mériterait, en soi, plus qu'un seul article. On n'abordera donc ici que les grands thèmes qui en font partie et les parcs nationaux où ils sont davantage développés.

La colonisation

Ce phénomène, à diverses époques, a marqué plusieurs parcs nationaux. Notons toutefois que l'un des plus anciens, celui de la Montagne Tremblante, a été créé en 1895 grâce à la complicité d'un des plus célèbres colonisateurs du Québec, Antoine Labelle, curé de Saint-Jérôme et sous-ministre à la Colonisation, qui connaissait très bien le territoire et qui le recommanda au docteur Camille Laviolette en quête d'un lieu propice à l'établissement d'un sanatorium. Pour lui faciliter la tâche, le gouvernement Taillon créa le parc avec un statut de réserve forestière. Mais le projet du docteur Laviolette n'aura jamais de suite.

Par ailleurs, la région du mont Mégantic fut l'une des plus tardivement colonisée du Québec méridional. Elle fut surtout peuplée à partir de 1875, année de l'Acte de rapatriement qui incita nombre de Canadiens français, en exode aux États-Unis, à venir s'y installer.

L'exploitation forestière

L'exploitation forestière, la drave, le flottage du bois sur le fleuve, sa transformation et son embarquement vers l'Europe, sont autant d'activités du siècle dernier dont plusieurs parcs peuvent témoigner aujourd'hui. Elles indiquent aussi l'enjeu que la création d'un parc représentait pour ce secteur économique traditionnel du Québec. En 1981, le gouvernement a accepté de soustraire pas moins de 242 km² à la superficie projetée du parc de récréation du Mont-Tremblant, afin d'y autoriser la coupe forestière pour encore dix ans.

Au parc national des Hautes-Gorges-de-la-Rivière-Malbaie, la drave et les ouvrages nécessaires sur la rivière font partie intégrante du programme d'interprétation dont Menaud, personnage célèbre de Félix-Antoine Savard, est le cœur. C'est sur les rives de la rivière des Outaouais, dans les limites de Plaisance, qu'au début du XIX^e siècle, étaient assemblés en radeaux les billots de bois qui allaient ainsi flotter jusqu'à Québec, d'où ils partiraient par bateau vers l'Europe. Par ailleurs, à la baie Sainte-Marguerite, au Saguenay, un complexe comprenant un moulin à scie a fonctionné jour et nuit jusqu'en 1920.

Parc national	Activités	Remarque
Hautes-Gorges-de-la-Rivière-Malbaie	Si la drave m'était contée	Animation théâtrale
Mont-Tremblant	La Diable au temps de la drave	Activité guidée en auto et à pied
Saguenay	Sur les traces des anciens	Activité guidée sur les vestiges du moulin à scie

L'agriculture

Dès 1680, Pierre Boucher, « voulant soustraire les bestiaux à la rage des Iroquois », céda en pâturage les îles à Pinard et de la Commune. Ces îles font partie du parc national des Îles-de-Boucherville. Plus près de nous, à partir de 1890, une colonie d'agriculteurs s'est établie sur la Pointe-Taillon. En 1926, le lac Saint-Jean fut aménagé en réservoir hydro-électrique provoquant l'inondation d'une partie de la pointe et surtout forçant les 52 familles à quitter les lieux. En plus de leurs demeures, elles laissaient derrière elles trois écoles, une fromagerie et un moulin à scie.

Parc national	Activités	Remarque
Pointe-Taillon	Histoire d'un village disparu	Activité guidée

L'exploration minière

L'existence potentielle de minerais rares, comme l'or ou l'olivine, a pesé lourd dans la balance lors de création de deux parcs. En 1978, lors des premières audiences publiques découlant des dispositions de la nouvelle loi sur les parcs, une société d'État a convaincu le gouvernement de reporter de trois ans la création du parc de la Gaspésie. Quelques années plus tard, en 1983, une compagnie d'exploration minière et chercheuse d'or a réussi à faire reporter les audiences publiques en vue de la création du parc d'Aiguebelle.

Parc national	Activités	Remarque
Aiguebelle	Place au théâtre	Activité théâtrale sur l'histoire du parc
Gaspésie	Les temps changent et les valeurs aussi	Causerie sur l'histoire du parc

L'eau et l'hydroélectricité

En 1962, c'est au pavillon du lac à l'Épaulé, dans le parc national de la Jacques-Cartier, que le ministre des Ressources naturelles, René Lévesque, a convaincu le premier ministre, Jean Lesage, de nationaliser l'électricité. Et, curieux retour de l'histoire, en 1979, c'est un projet de harnachement de la rivière Jacques-Cartier qui mobilisa les premiers environnementalistes autour d'un projet alternatif, la création du parc qu'on connaît aujourd'hui.

Par ailleurs, c'est pour régulariser le débit de la rivière Yamaska Nord, tout en assurant l'alimentation en eau de la ville de Granby, qu'a été créé le réservoir Choinière en 1977. La création de ce réservoir eut comme conséquence l'engloutissement du petit hameau de Savage Mills, situé au bord de la rivière. Déserté au début du siècle dernier, il n'y subsistait que trois résidences lors de l'enneigement.

Parc national	Activités	Remarque
Jacques-Cartier	Offrez-vous un Lac-à-l'Épaulé	Séjours pour groupes avec activités guidées
Yamaska	C'est l'aviron qui nous mène	Activité guidée en <i>rabaska</i>

La chasse et la pêche

Au début du siècle dernier, environ 10 000 caribous fréquentaient l'ancien parc des Laurentides, et plus particulièrement le secteur des Grands-Jardins. En 1914, dans Charlevoix, on abattait le dernier caribou. L'amélioration des techniques de chasse et surtout des armes à feu aura notamment eu raison de ce troupeau. Ce sera à la fin des années 1960 que le gouvernement autorisera, à des fins scientifiques, l'introduction de 82 caribous dans le secteur des Grands-Jardins. Il faut noter, par ailleurs, que c'est dans ce territoire qu'est né un des plus prestigieux clubs de chasse et de pêche, le Murray River Fishing Club, fondé par William H. Blake, en 1890, et qui deviendra le Club Laroche en 1968.

Pendant longtemps, en Gaspésie, la pêche au saumon a été réservée quasi exclusivement à de riches familles des États-Unis. Ainsi, c'est en 1963 que la rivière Sainte-Anne fut intégrée à l'ancien parc de la Gaspésie, qui avait été créé en 1937. Jusque là, la famille Wertheim de New York était la dernière à y détenir les droits exclusifs de pêche. Enfin, jusqu'en 1978, quelque 1200 clubs privés détenaient des droits exclusifs de chasse et de pêche sur des terres publiques. Cette année-là, le ministère du Tourisme, de la Chasse et de la Pêche procéda à l'Opération gestion faune, ou plus communément au « déclubbage » de ces clubs privés. Les zones d'exploitation contrôlées (ZEC) étaient nées. Celle de Martin-Valin qui jouxte le parc national des Monts-Valin en est une.

Parc national	Activités	Remarque
Grands-Jardins	Exposition permanente	Au château Beaumont, sur l'histoire du caribou et son introduction dans le parc
Monts-Valin	Aux frontières du Nord	Exposition permanente

La villégiature, le tourisme et le loisir

La beauté des paysages, la multitude des plans d'eau, la faune et la flore et combien d'autres caractéristiques des parcs ont été remarquées bien avant leur existence. Dès 1873, le train de l'Intercontinental atteint Rimouski. Ses dirigeants établissent leur résidence d'été dans le havre du Bic. Puis, au début du siècle, de riches familles anglaises les rejoignent. Les chalets Wooton et Lyman rappellent cette époque, tout comme un petit voilier, le *Spindrift*, construit en 1927 sur mesure pour le territoire, et qui fut restauré récemment.

En quête d'espaces pour se divertir, les Montréalais avaient adopté l'île Grosbois, dans les îles de Boucherville. Au début du siècle dernier, le parc d'amusement King Edward y est aménagé, avec hippodrome, montagnes russes, carrousels et autres manèges.. Quant aux riches propriétaires de la Métropole, certains avaient choisi le mont Saint-Bruno pour établir leur résidence d'été, voire leur résidence principale. Parmi ceux-ci, dès le milieu du XIX^e siècle, le banquier Edson Loy Pease avait acheté une partie de la montagne afin d'y construire une villa. Il y a fait aménager des jardins, des terrasses et même un petit pont de pierre qu'on peut encore franchir aujourd'hui.

Au milieu du siècle dernier, le gîte du Mont-Albert a vu le jour au parc de la Gaspésie. Pendant longtemps, cet établissement joua un rôle formateur pour le développement d'une main d'œuvre de qualité tant en Gaspésie qu'au Québec. Par ailleurs, c'est dans le territoire du parc du Mont-Tremblant que Jack Rabbit Johannsen fit découvrir le ski nordique aux Québécois et que Joe Ryan établit une première station de ski alpin d'envergure. C'est aussi à Tremblant qu'un premier camping public fut établi par un groupe de biologistes.

Enfin, dans les Cantons de l'Est, c'est par une levée de fonds municipaux qui ont été versés au gouvernement que le parc du Mont-Orford a été créé. Notamment pour y aménager une station de ski alpin. Ce parc accueillera plus tard les Jeunesses musicales dans ce qui deviendra le Centre d'arts Orford mais aussi un camp de vacances diocésain connu aujourd'hui comme la base de plein air Jouvence.

Parc national	Activités	Remarque
Îles-de-Boucherville	L'histoire des îles au fil de l'eau	Activité guidée en <i>rabaska</i>
Mont-Orford	L'odyssée	Causerie sur l'histoire du parc



Pont des trois arches, parc national du Mont-Saint-Bruno

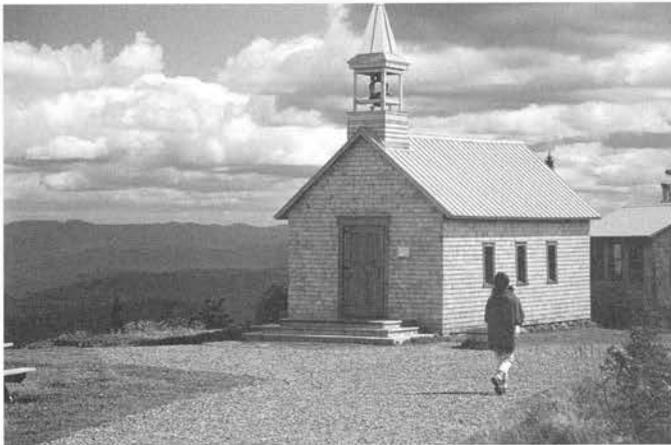
La religion catholique

L'histoire du Québec, tout comme celle des parcs, serait incomplète sans aborder l'influence de la religion catholique. Outre les Jésuites qui ont notamment remonté la rivière Jacques-Cartier au début de la colonie, les Sulpiciens ont, quant à eux, laissé un souvenir tangible dans le parc national d'Oka. Il s'agit du Calvaire, avec ses quatre oratoires et ses trois chapelles, qui a été construit entre 1740 et 1742, et qui constitue une infrastructure unique en Amérique du Nord. Toujours à Oka, en 1881, des moines trappistes ont aménagé une ferme-modèle destinée à l'agriculture et à l'éducation des Amérindiens et des colons.

Par ailleurs, c'est dans une perspective d'évangélisation et d'éducation qu'au début du XX^e siècle, les frères de Saint-Gabriel ont érigé un juvénat au mont Saint-Bruno. Un jardin d'arbres, l'*arboretum Gabriellis*, rappelle notamment cette époque. Enfin, on dit que la foi peut transporter des montagnes. Deux parcs peuvent en témoigner. Sur le mont Saint-Joseph, à 1065 m d'altitude dans le parc national du Mont-Mégantic, une chapelle rappelle aux visiteurs qu'une croix y fut érigée, en 1881, afin d'enrayer les nombreuses

tempêtes qui affectaient les récoltes des agriculteurs. À la même époque, une gigantesque statue de la Vierge Marie fut transportée au sommet du cap Trinité, au parc national du Saguenay, en reconnaissance du sauvetage de la noyade certaine de Charles-Napoléon Robitaille dans les eaux froides du Saguenay.

Parc national	Activités	Remarque
Mont-Saint-Bruno	Mémorial	Structure et panneaux d'interprétation sur l'histoire des frères de Saint-Gabriel
Oka	Le Calvaire d'Oka... pour des siècles et des siècles	Activité théâtrale sur l'histoire du Calvaire
Saguenay	Un paysage à couper le souffle	Randonnée guidée sur le sentier de la Statue



Chapelle au mont Saint-Joseph, parc national du Mont-Mégantic

Et bien d'autres sujets

Beaucoup d'autres pages de l'histoire du Québec ont marqué celles des parcs nationaux. À titre d'exemple, les conflits armés. Lors de la Seconde guerre mondiale, des jeunes hommes se sont réfugiés dans les monts Valin pour échapper à la conscription de 1942, tandis que, en marge de la Conférence de Québec de 1943, Franklin Roosevelt et Winston Churchill se reposaient et taquinaient la truite au lac à l'Épaule dans le parc des Laurentides de l'époque. Sur le plan scientifique, les parcs furent des laboratoires exceptionnels pour plusieurs pionniers dans ce domaine dont Conrad Kirouac, le célèbre botaniste frère Marie-Victorin, qui répertoria notamment la flore de l'île d'Anticosti dans les années 1920. Dans le même ordre d'idée, en remontant l'histoire des parcs, on pourrait constater l'évolution des sciences de la nature vers un concept plus global d'écologie, tout autant que celle de la notion de conservation-utilisation vers l'intégrité écologique.

Par ailleurs, d'un point de vue plus littéraire, les paysages des parcs nationaux du Québec ont inspiré de nombreux artistes d'ici et d'ailleurs. Tant dans le domaine des arts visuels, incluant le cinéma avec *Les fous de Bassan*, que dans celui de la littérature dont l'œuvre la plus célèbre est certes celle de *Menaud, maître draveur* de Félix-Antoine Savard, dont l'œuvre fut couronnée du Prix de l'Académie française en 1945. Les parcs recèlent également des contes et des légendes inspirés par les caractéristiques des territoires. Citons les différentes versions de la Gouhou-Gouhou portant sur les origines du rocher Percé.

Enfin, éléments importants du paysage des parcs nationaux, les toponymes évoquent à eux seuls de nombreuses pages de l'histoire d'ici. Un de ceux-ci rappelle celui qui fut premier ministre du Québec pour la plus courte période, soit quatre jours. Il s'agit de Louis-Olivier Taillon, un conservateur qui occupa ce poste du 25 au 29 janvier 1887. Il revint toutefois au pouvoir en 1892 et c'est son gouvernement qui procéda à la création des deux premiers parcs du Québec, celui de la Montagne Tremblante et celui des Laurentides.

Voilà en peu de pages un bref survol de l'histoire du Québec à travers la lorgnette des parcs nationaux, et surtout comment cette dimension, jadis négligée, a été mise en lumière au cours des dernières années. Il faut à cet égard souligner qu'outre les moyens illustrés dans ce texte, Parcs Québec a mis en place des programmes éducatifs destinés aux élèves du primaire, avec trousse pédagogique disponible sur Internet pour les enseignants. Ces programmes permettent d'aborder l'histoire de l'occupation humaine des parcs tout autant que susciter l'éveil à la protection de la nature. Pour que les erreurs d'hier servent de leçon aux petits et aux grands d'aujourd'hui. ◀

Pour de plus amples informations :

M^{me} Paule Bussières

Adjointe au Vice-Président, Parcs Québec

(418) 380-5875 poste 2291

bussieres.paule@sepaq.com

1. Afin d'en faciliter la lecture et d'alléger la forme de ce texte, on recourra parfois à une formulation raccourcie des toponymes des parcs nationaux.
2. Les activités présentées dans ces tableaux le sont à titre indicatif et leur liste n'est pas exhaustive.

Balade sur le web : Les espèces menacées

Marianne Kugler

Vous est-il déjà arrivé de trouver au hasard de vos promenades une fleur inconnue, d'espérer croiser un animal rare, voire menacé? Oui, mais par définition, ces tête-à-tête sont exceptionnels, autrement les espèces en question ne feraient pas partie de la liste des organismes à protéger.

Alors pourquoi ne pas aller à leur rencontre sur un écran plutôt que de vous hasarder en nature alors que le temps peut ne pas être très clément.

Une des premières pages¹ trouvées par mon moteur de recherche habituel² est celle d'un site de Colombie britannique. En fait, il s'agit d'un sous-site du Royal BC Museum consacré à une exposition virtuelle des espèces rares et menacées, animales et végétales, présentes dans la région Thompson-Okanagan³. Pourquoi ce coin particulier de pays? Parce que cette région présente un environnement unique au Canada. On y trouve 90 espèces qui ne se trouvent nulle part ailleurs au pays et, de celles-là, 20 sont inconnues ailleurs dans le monde. Les espèces sont classées par grande catégorie (plantes, oiseaux, insectes...), énumérées avec nom latin et français, décrites mais... sans images. Il reste dès lors à aller chercher les images ailleurs. Une recherche d'image du lézard cornu de Douglas sur Google n'a rien donné en utilisant le nom français, mais avec le nom latin de *Phrynosoma douglassii*, la chance m'a souri et j'ai pu voir des photographies de lézards vivants, de squelettes, des dessins... ainsi que les adresses d'autres sites où il est question de ce petit reptile rarissime au Canada.

http://rbcml1.rbcm.gov.bc.ca/end_species/es_franc/ind_esfr.html

Le deuxième site trouvé est monté par l'ex-Société de la faune et des parcs du Québec (la FAPAQ). Mis à jour en juillet 2004, le site est appelé à migrer progressivement vers le ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs depuis l'entrée en vigueur de la *Loi abrogeant la Loi sur la Société de la faune et des parcs du Québec*. Pour le moment le site est très complet et s'adresse directement au citoyen, expliquant aussi bien les législations existantes au Québec que les rôles de chacun des organismes concernés. Il y est mentionné que 12 espèces de la faune ont été légalement désignées menacées ou vulnérables en vertu de la loi

de 1989 sur les espèces menacées et vulnérables et 67 autres espèces, sous-espèces ou populations figurent toujours sur une liste des espèces susceptibles d'être désignées menacées ou vulnérables.

http://www.fapaq.gouv.qc.ca/fr/etu_rec/esp_mena_vuln/

Sur la page intitulée « Ce que vous pouvez faire », de courts textes illustrés incitent promeneur, pêcheur, chasseur... qui que vous soyez, à porter attention à la fragilité du milieu et de ses habitants. De nombreux liens rendent la consultation encore plus instructive et enrichissante, qu'il s'agisse d'avoir un complément d'information sur les règlements de la pêche récréative, de la chasse ou du piégeage, sur l'existence d'un club d'ornithologie dans votre région⁴, de la collecte de données sur les amphibiens, en fait, pour tomber dans les clichés, de tout pour tous et des heures et des heures de plaisir pour combler vos temps libres.

Une page plus loin, une liste aux noms exotiques. En décomposant l'adresse, effectivement, vous vous trouvez en Afrique, sur le site de la Direction nationale de l'environnement de la Guinée, à mi-chemin entre l'équateur et le tropique du Cancer.

http://www.mirinet.com/gn_env/gnbiod3.html

Sans illustrations, le tableau est présenté de façon taxonomique, il est simple de s'y retrouver.

De retour au Québec, un site du ministère de l'Environnement présente les plantes vulnérables ou menacées du Québec. Pour chacune, il y a un dessin et une description détaillée, une carte de répartition, des photos à différents stades de développement, la problématique de conservation et des références bibliographiques d'articles scientifiques. Vous saurez tout de l'aplectrelle d'hiver à la verge d'or simple à bractée verte en passant par les 32 autres espèces menacées de la flore sauvage de la province. Quant aux espèces vulnérables, il n'y en a que cinq : l'ail des bois, le cypripède tête de bélier, l'hélianthe à feuilles étalées, la renouée de Douglas et le sumac aromatique.

<http://www.menv.gouv.qc.ca/biodiversite/especes/>

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

Ce site fait aussi appel à la collaboration de tous en offrant la possibilité d'envoyer des données sur la présence des dites plantes.

Vous prévoyez un voyage en Europe francophone? Passez par l'adresse qui suit, laquelle fournit un index des sites francophones par division géographique mais aussi par thèmes: sites d'actualité, aspects juridiques et approche zoologique. Pour les différents pays, vous trouverez les sites gouvernementaux, mais aussi ceux d'associations ou de parcs.

<http://www.inra.fr/dpenv/anip.htm>

Le site des parcs nationaux de France est très sophistiqué, un peu trop à mon goût, avec tellement d'animations que celui qui veut l'atteindre avec un ordinateur un peu âgé doit sûrement avoir de la difficulté! Mais esthétique mise à part, si vous voulez des cartes détaillées du parc du Mercantour, mon ordinateur a pu les ouvrir, la Guadeloupe ne répondait pas et les Cévennes m'ont donné des pages et des pages d'hiéroglyphes. L'onglet des visites offre encore de l'animation mais aussi des photos, des explications sur les hommes, la faune et la flore de chacun des sept parcs nationaux.

<http://www.parcsnationaux-fr.com/>

Le site des Parcs naturels régionaux de France, est beaucoup plus sobre et la liste des événements vous donne très fortement envie de voyager...

<http://www.parcs-naturels-regionaux.tm.fr/>

Pour ce qui est des organismes internationaux, le site de la World Conservation Union (IUCN) ouvre la page de la liste rouge des espèces menacées de l'IUCN. Cette liste, selon les mots utilisés par l'organisation, « constitue l'inventaire

mondial le plus complet de l'état de conservation global des espèces végétales et animales. Elle s'appuie sur une série de critères précis pour évaluer le risque d'extinction de milliers d'espèces et sous-espèces. Ces critères s'appliquent à toutes les espèces et à toutes les parties du monde.»

<http://www.iucn.org/redlist/2000/french/background.html>

Son but essentiel consiste à mobiliser l'attention du public et des responsables politiques sur l'urgence et l'étendue des problèmes de conservation, ainsi qu'à inciter la communauté internationale à agir en vue de limiter le taux d'extinction des espèces menacées.

Après les choses sérieuses, voici de quoi vous faire sourire: « Espèces menacées », est aussi le nom d'une pièce de théâtre. Si vous voulez en savoir plus, le DVD est disponible sur le site commercial d'Amazon.fr... Le début du résumé se lit comme suit: « Un comptable jusque-là irréprochable trouve inopinément une mallette dans le RER. À l'intérieur: sept millions. Il rentre chez lui et décide de tout plaquer et de partir, loin, avec l'argent (liquide bien sûr) et sa femme. ». Cela vous tente? C'est sans doute plus facile de relaxer devant l'écran que de courir les sentiers à la recherche d'un hypothétique lézard cornu! ◀

1. Tous les sites ont été consultés les 15 et 16 septembre 2004.
2. Mon moteur préféré est Google, mais ne m'accablez pas, je suis tout à fait objective, je n'ai pas acheté d'actions de la compagnie quand elles ont été mises aux enchères.
3. Région de lacs et de montagnes autour de Kamloops BC; pour une carte régionale détaillée: http://www.thompsonokanagan.com/trellis/regional_map
4. <http://www.aggo.qc.ca/>



caisse populaire
de trois-pistoles

PRÊT-AUTO
TAUX SPÉCIAL

POUR TOUS
VOS
BESOINS FINANCIERS

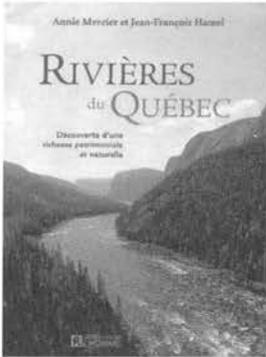
siège social
80, Notre-Dame Ouest
Trois-Pistoles (Québec)
G0L 4K0
Tél. : (418) 851-2173



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

Téléphone : 418.851.1265
Télécopie : 418.851.1277

LES LIVRES

**Rivières du Québec**

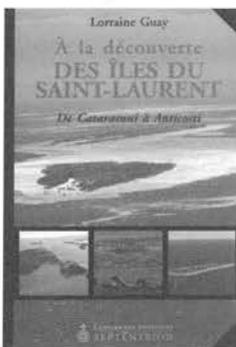
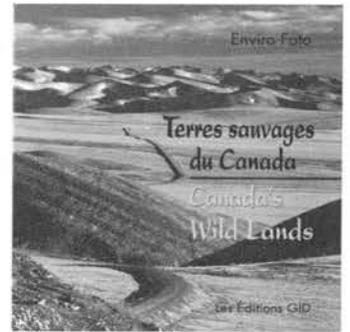
Remarquablement présenté sur papier glacé avec photos couleur, cet ouvrage nous fait découvrir les richesses patrimoniales et naturelles de 11 des plus remarquables rivières du Québec : l'Outaouais, le Richelieu, le Saint-François, le Saint-Maurice, la Sainte-Anne, la Jacques-Cartier, la Chaudière, le Saguenay, la Moisie, la Grande et la George. Pour chacune d'elles, les auteurs, avec l'enthousiasme et la rigueur scientifique qui les caractérisent, nous parlent de l'histoire, des attraits de la région, de la faune et de la flore, des espèces rares ou menacées, et des attraits touristiques qui jalonnent le cours de ces eaux. Une visite guidée qui révèle l'extraordinaire richesse et la diversité de nos rivières.

MERCIER Annie et HAMEL Jean-François, 2004, *Rivières du Québec, Découverte d'une richesse patrimoniale et naturelle*, Les Éditions de l'Homme, Montréal, 400 pages.

Terres sauvages du Canada

Recueil illustré de grand prestige et de grand format, cet ouvrage bilingue se veut un hommage à l'extraordinaire diversité du patrimoine naturel canadien et à la beauté de ces immenses espaces. Au fil des quelque 200 photos croquées d'un océan à l'autre par les sept photographes du groupe Enviro Foto et leurs quatre invités, des paysages uniques et admirables nous invitent à l'aventure et à la découverte, tandis que nous sont tracés les portraits de personnalités marquantes de l'histoire canadienne des sciences naturelles (dont Léon Provancher), qui ont étudié les contrées photographiées. Les Éditions GID et le Groupe Enviro Foto inaugurent ainsi une collaboration qui nous promet déjà d'autres ouvrages aussi remarquables.

BERGERON Jean-François et SAVARD Hélène, 2004, *Terres sauvages du Canada/Canada's Wild Lands*, Enviro Foto, Les Éditions GID, Québec, 240 pages.

**À la découverte des îles du Saint-Laurent**

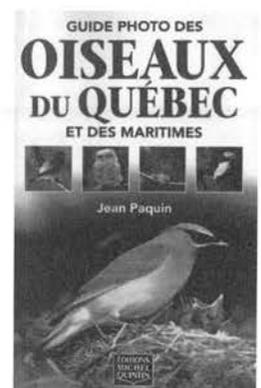
Remarquablement documenté, ce livre nous présente les mille et un visages de quelque 475 îles et îlots du Saint-Laurent, de l'archipel des Mille-îles jusqu'à Anticosti, en passant par l'île de Montréal. Sur le thème de l'insularité, l'auteur aborde les aspects les plus divers, à toutes les époques, dans des chapitres qui portent des noms caractéristiques de la démarche de l'auteur : l'île phénomène naturel, l'île milieu de vie, les îles rêvées, les îles maléfiques, le rôle stratégique, militaire et commercial des îles, leur peuplement et même « la fortune dans les îles » avec le trafic des pelleteries et de l'alcool. Une importante bibliographie et un index terminent cet ouvrage de caractère universitaire.

GUAY Lorraine, 2003, *À la découverte des îles du Saint-Laurent, De Cataracoui à Anticosti*, Cahiers des Amériques, Les éditions du Septentrion, Sillery (Québec), 400 pages.

Guide photo des oiseaux du Québec et des Maritimes

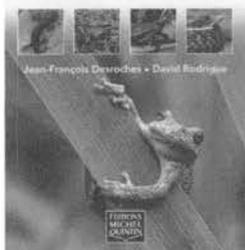
Très complet, ce guide d'identification avec photos nous présente, suivant la classification des espèces de l'American Ornithologists' Union, 314 espèces d'oiseaux identifiables au moyen de photos de grande qualité, accompagnées de toute l'information (identification, habitat, alimentation, nidification, aire de répartition) concernant les espèces décrites dans chaque page. Chacune des 18 sections commence par une présentation de l'ordre et des familles qui en font partie.

PAQUIN Jean, 2003, *Guide photo des oiseaux du Québec et des Maritimes*, Éditions Michel Quintin, Waterloo (Québec), 480 pages.



AMPHIBIENS ET REPTILES

DU QUÉBEC ET DES MARITIMES



Amphibiens et reptiles du Québec et des Maritimes

Destiné tant aux amateurs qu'aux herpétologistes chevronnés, ce guide nous permet de découvrir un monde souvent méconnu, avec des photos couleur accompagnées de textes clairs et bien documentés sur chaque espèce concernant la description, les espèces semblables, la reproduction, l'habitat, le domaine vital, l'alimentation, les prédateurs, la situation ainsi que la carte de répartition de l'espèce.

DESROCHERS Jean-François et RODRIGUE David, 2004, *Amphibiens et reptiles du Québec et des Maritimes*, Éditions Michel Quintin, Waterloo (Québec), 288 pages.

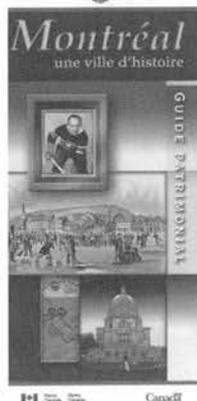
Québec, terre de contrastes

C'est dans une féerie de contrastes – contrastes de couleurs, de reliefs, de saisons – que le photographe Yves Marcoux nous présente le Québec, de froidure en canicule, d'aurores en couchers de soleil, d'ombres en lumières, de villes en campagnes. Des textes de Chantal Éthier et Martine Provost complètent ou commentent cette présentation de grande qualité axée sur l'image et la dimension lyrique des paysages.

MARCOUX Yves, ÉTHIER Chantal et PROVOST Martine, 2004, *Québec, terre de contrastes*, Les Éditions de l'Homme, Montréal, 240 pages.



Montréal, une ville d'histoire



Ce guide patrimonial édité par Parcs Canada nous fait découvrir les richesses historiques trop souvent méconnues de l'île de Montréal. Il nous propose des parcours à pied dans le Vieux-Montréal, en métro ou en autobus dans le centre-ville et l'île. Sous un format agréable, aux couleurs de bon goût, il nous présente en chaque endroit les lieux et bâtiments historiques, les personnages qui y ont vécu et les événements qui s'y sont déroulés. Une invitation à redécouvrir la riche histoire de Montréal et de son île.

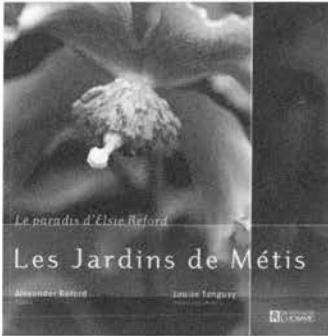
CHÉNIER Rémi et collaborateurs, 2004, *Montréal, une ville d'histoire. Guide patrimonial*, Parcs Canada, 134 pages.

Terra incognita des Kotakoutouemis

Sous ce titre quelque peu mystérieux, les auteurs lèvent le voile sur un coin du Québec peu abordé dans les textes anciens : les lieux occupés par les ancêtres des Algonquins de l'est de l'Abitibi-Témiscamingue, les Kotakoutouemis. À partir d'une analyse pointue des cartes du XVII^e siècle et s'appuyant sur une analyse remarquablement documentée des textes de l'époque, ce livre vise à mieux localiser la présence des diverses populations autochtones et soulève par là même de nombreuses questions sur la période de contact entre Européens et Amérindiens dans cette région. S'appuyant sur plusieurs disciplines, les auteurs apportent des éléments de réponse permettant de mieux comprendre les Algonquins d'aujourd'hui : engouement pour les rassemblements, inlassable renouvellement des alliances, place de choix réservée aux personnes âgées, importance accordée aux pratiques cérémonielles sont quelques-uns des traits relevés par les auteurs qui, médecin, anthropologue, travailleur social, responsable de centre d'accueil ou éducateur, ont tous la caractéristique commune de travailler auprès des Algonquins depuis de nombreuses années.



CHAMBERLAND Roland, LEROUX Jacques, AUDET Steve, BOUILLÉ Serge et LOPEZ Mariano, 2004, *Terra incognita des Kotakoutouemis, L'Algonquie orientale au XVII^e siècle*, Les Presses de l'Université Laval, Coédition Musée canadien des civilisations, Québec 248 pages.



Les jardins de Métis

Ce livre est un hommage écrit par son arrière-petit-fils Alexander à Elsie Reford, la créatrice de ces jardins admirables de Grand Métis, une grande dame, horticultrice de génie mais aussi musicienne et philanthrope. C'est aussi l'occasion d'admirer la beauté très actuelle de ces jardins à travers les photos couleur de Louise Tanguay qui viennent compléter des clichés inédits en noir et blanc du mari d'Elsie, Robert Wilson Reford.

REFORD Alexander, 2004, *Les jardins de Métis*, Les Éditions de l'Homme, Montréal, 180 pages.

Collection Savais-tu ? Les Hermines

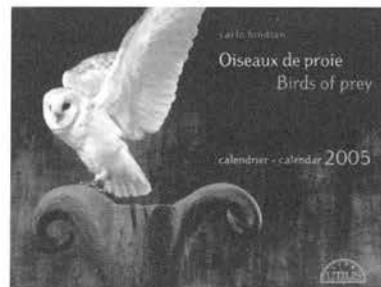
Alain Bergeron, journaliste, et Samuel Parent (Sampar), illustrateur, se sont associés avec l'éditeur Michel Quintin pour lancer en 2001 la collection *Savais-tu que ?* et proposer aux jeunes des petits albums d'une soixantaine de pages résumant sous forme de bande dessinée les caractéristiques de diverses espèces animales. La collection se veut à la fois humoristique, fantaisiste et instructive. Le dernier numéro paru, le 22, traite des Hermines. La série a déjà été primée plusieurs fois.

BERGERON Alain et PARENT Samuel, 2004, *Les Hermines*, Collection Saviez-vous que?, Éditions Michel Quintin, Waterloo, 64 pages.



LES CALENDRIERS

Pour la fin de l'année, Les Éditions de l'Homme, associées à Le jour éditeur, et Utilis, nous offrent de superbes calendriers 2005 en grand et petit format, consacrés aux *Oiseaux de proie* avec photos de Carlo Hindian et aux fleurs, sous le nom de *Flora*, avec photos de Louise Tanguay.



N.D.L.R. Dans cette chronique, les textes de présentation sont rédigés à partir des renseignements ou des communiqués envoyés par les éditeurs. Ils ont pour but d'informer nos lecteurs sur les récentes parutions dans le domaine des sciences naturelles et de l'environnement. Ils ne constituent en aucune façon une évaluation critique des ouvrages présentés et par conséquent, il n'engagent pas la responsabilité de la rédaction du *Naturaliste canadien*.

Saviez-vous que...

Hommages au président sortant, J.C. Raymond Rioux

Le 22 avril 2004, les membres du conseil d'administration de la Société Provancher et plusieurs personnalités du monde de la conservation se sont réunis à la maison Léon-Provancher à Cap-Rouge pour rendre hommage à J.C. Raymond Rioux, président sortant de la Société Provancher. Après avoir consacré plus de 20 ans à la Société, dont 16 années à titre de président, J.C. Raymond Rioux a laissé à la Société Provancher un héritage riche en accomplissements de toutes sortes, tant dans le domaine de la protection des milieux naturels que dans celui de la mise en valeur des richesses historiques et archéologiques de l'île aux Basques.

Il s'est entre autres illustré par le sauvetage de la revue *Le Naturaliste canadien*, revue fondée en 1868 par l'abbé Léon Provancher et qui était menacée de disparaître. Comme le soulignait Michel Lepage, l'actuel président de la Société, J.C. Raymond Rioux a su donner un second souffle à cette revue qui est maintenant la seule revue scientifique de langue française en Amérique du Nord. Il n'a pas manqué de souligner les nouvelles acquisitions de milieux naturels dont, entre autres, le territoire du marais Léon-Provancher de Neuville ainsi que l'essor considérable qu'a connu la Société Provancher sous sa présidence.

Plusieurs autres personnes ont profité de cette occasion pour souligner l'engagement et la détermination de J.C. Raymond Rioux. Citons George Arsenault de la Société de la faune et des parcs, Bernard Beaudin de la Fondation de la faune du Québec, Bernard Filion et Patrick Plante de Canards Illimités et des représentants de la Société des établissements de Plein air du Québec et de Parcs-Québec. Ils lui ont remis un souvenir en gage de leur reconnaissance.

Source : Société Provancher

La Société d'histoire de Charlevoix propose de donner le nom de William Hume Blake à une montagne des Hautes-Gorges

À l'occasion de son vingtième anniversaire, la Société d'histoire de Charlevoix, sur une suggestion de Guy Godin, a proposé que l'appellation de *Mont William Hume Blake* soit attribuée à une montagne qui domine les deux bras de l'Équerre de la rivière Malbaie dans les Hautes-Gorges. Elle veut ainsi rendre hommage à un précurseur qui fut le premier à faire connaître, dès 1890, les beautés du Parc des Grands-Jardins et qui, notamment, décrivit l'Équerre et les Hautes-Gorges de la rivière La Malbaie dès la fin du XIX^e siècle.

Originaire de Toronto, William Hume Blake, connu aussi pour son œuvre littéraire, venait passer tous ses étés dans Charlevoix et il a contribué à faire connaître notamment à ses compatriotes anglophones, ce coin de pays auquel il était particulièrement attaché. Ami de Thomas Fortin, il est considéré comme l'un des précurseurs de la création du parc des Laurentides dont les limites originelles correspondaient à celles de l'actuelle réserve faunique des Laurentides, du parc national des Grands-Jardins et du parc national de la Jacques-Cartier.

Source : Guy Godin



Opposition au développement immobilier sur le flanc du mont Orford

En mars dernier, un important regroupement d'organismes environnementaux, régionaux et nationaux, a fait connaître son opposition au projet d'échanges de terrains qui permettrait un développement immobilier sur le flanc du mont Orford, exigeant le maintien de l'intégrité territoriale du parc national du Mont-Orford.

Parmi les arguments invoqués : la valeur marchande du terrain est sous-estimée ; le mystère plane toujours sur l'approvisionnement en eau potable et sur la disposition des eaux usées du complexe immobilier ; l'eau du lac Memphrémagog serait menacée par l'étalement urbain.

Source : Communiqué
Conseil régional de l'environnement de
l'Estrie *et al.*, mars 2004

La relocalisation du sentier de motoneige dans le parc des Hautes-Gorges fait l'unanimité

Le travail accompli par la Société de la faune et des parcs du Québec et les organismes du milieu, notamment l'ATR de Charlevoix, pour développer un nouveau sentier de motoneige, le 83, contournant le parc et permettant de relier Charlevoix au Saguenay sans nuire au territoire protégé, semble avoir fait l'unanimité : il respecte la décision prise par la FAPAQ d'exclure les motoneiges du parc ; d'autre part, il permet à l'ATR de développer une activité qui a d'importantes retombées touristiques. Le nouveau sentier, plus sécuritaire et plus facile à entretenir, présente des points de vue remarquables, et notamment, un pont de glace qui permet de franchir la rivière Malbaie.

Source : Le Soleil, décembre 2003

Le Parc de l'aventure basque en Amérique a le vent dans les voiles

Trois-Pistoles, 4 octobre 2004 – Situé dans une région de ressourcement, le Parc de l'aventure basque en Amérique (PABA) de Trois-Pistoles a connu une saison 2004 mémorable. Conçu pour servir de prolongement sur le littoral au site de l'île aux Basques, le PABA a une fois de plus bourdonné d'activités durant la saison estivale. En effet, constitué d'un centre d'interprétation sur l'histoire et la culture basque, d'un fronton de pelote basque (unique au Canada) et d'un bistro pour l'animation culturelle, le site du PABA a accueilli en 2004 plus de 17 000 visiteurs, soit une augmentation de 31 % sur l'année précédente. Bien que l'achalandage au musée ait connu une légère baisse, la fréquentation des lieux fut égale à la bonne humeur des visiteurs, surtout lors des activités spéciales comme le *Rendez-vous basque*, le *Défi de la force basque* et le *Tournoi international de pelote basque*.

Les gestionnaires du PABA peuvent maintenant se féliciter d'avoir accompli le tour de force de régler la dette de l'organisme. Soulignons, à cet effet, la contribution exceptionnelle de la Caisse populaire de l'Héritage basque de Trois-Pistoles, celles de la Ville de Trois-Pistoles, du ministère de la Culture et des Communications et, enfin, l'apport d'une campagne de souscription lancée l'année dernière en collaboration avec la Société Provancher d'histoire naturelle du Canada. Ces efforts ont été célébrés le 2 octobre dernier, lors d'un cinq à sept en hommage aux donateurs. Le PABA peut désormais se concentrer sur le développement à plus long terme. Parmi les projets, mentionnons la création d'une salle multifonctionnelle qui aura plusieurs utilités en lien avec son mandat comme accueillir des expositions, des projections, et aussi des réunions et des cocktails. Avec des projets de mission au Pays basque, l'équipe du PABA a le vent dans les voiles.

Source : Parc de l'aventure basque en Amérique,
Frédéric Jean, directeur général



Des nouveaux venus à l'île aux Basques

Dans un souci de préserver l'intégrité de l'étang d'eau douce, qui est envahi d'année en année par les quenouilles (*Typha latifolia* L.), le conseil d'administration de la Société Provancher a envisagé quelques solutions telles que la destruction de la végétation, le creusage de l'étang, pour finalement retenir une solution plus naturelle, la réintroduction du rat musqué. Cette dernière approche répond aux objectifs de conservation de ce milieu et pourrait être une solution durable à cette problématique.

Les rats musqués ont été récoltés par un piègeur professionnel, monsieur Alain Pelletier. Ils proviennent de la région du Bas-Saint-Laurent. Ils ont été relâchés sur l'île le 26 mai 2004.

Au cours de l'été 2004, des membres de la Société Provancher qui ont séjourné à l'île n'ont pas observé d'activités de nos hôtes, mais une carcasse de rat musqué a été retrouvée dans le secteur de la prairie.

Cet automne, une visite de l'étang a permis d'observer une hutte de rat musqué récemment construite et des débris de végétation fraîchement grugés. Ces informations sont encourageantes et les observations se poursuivront au printemps 2005.

Source : Société Provancher

Inventaire d'espèces méconnues

Un inventaire des amphibiens, des reptiles, des micromammifères, des moules d'eau douce, des escargots et des petits poissons, a été réalisé au cours de l'été 2004 sur le territoire du marais Léon-Provancher, à Neuville. Les résultats préliminaires confirment la présence de six espèces d'anoures (grenouilles, rainettes et crapaud), de deux espèces d'urodèles (salamandres), de deux espèces de reptiles (couleuvres) et de sept espèces de micromammifères. L'identification des moules, des escargots et des poissons est en cours, et le rapport d'inventaire sera disponible sous peu au bureau de la Société Provancher.

Ces travaux sur la diversité des espèces ont été réalisés par Simon Bédard, technicien de la faune. C'est dans le cadre du programme Emplois-Nature-Jeunesse de la Fondation de la faune du Québec que la Société Provancher a pu embaucher monsieur Bédard. Les résultats vont permettre à la Société Provancher d'améliorer le plan de conservation et de mise en valeur du territoire du marais Léon-Provancher.

Source : Société Provancher

Collaboration avec la Société québécoise pour la protection du patrimoine naturel

Une collaboration entre la Société Provancher et la Société québécoise pour la protection du patrimoine naturel (SQPPN) a débuté à l'été 2004 pour la protection de milieux naturels le long des berges du Saint-Laurent dans la région de Saint-Augustin-de-Desmaures. Les terrains que souhaite protéger la SQPPN étant situés près du territoire du marais Léon-Provancher, des échanges de service ont eu lieu entre les deux organismes pour la réalisation de travaux d'aménagement fauniques et d'inventaires de la faune et de la flore. Il est prévu que cette collaboration se poursuive en 2005. La Société Provancher désire ainsi contribuer à la protection de milieux naturels d'une grande importance pour le maintien de la biodiversité dans le couloir du Saint-Laurent.

Source : Société Provancher

Des renards et des oiseaux

Certaines années, les renards profitent de la prise des glaces au cours de l'hiver pour traverser sur l'île aux Basques. Ils peuvent s'y établir pour une ou plusieurs saisons. C'est ainsi qu'au cours des cinq dernières années, de un à trois renards ont été observés sur l'île et qu'une baisse considérable de la population de lièvres, de campagnols et de canards eiders a été notée. Plusieurs membres de la Société s'inquiètent de la présence des renards sur une île où nichent des espèces coloniales comme l'eider à duvet et le goéland argenté. La Société Provancher doit-elle intervenir en contrôlant les renards ou doit-elle laisser la nature suivre son cours. Il s'agit là d'un vieux débat qui est soulevé chaque fois qu'un ou des renards sont observés à l'île aux Basques. Le conseil d'administration de la Société Provancher a donc décidé de documenter davantage cette problématique et d'adopter une position claire d'ici le printemps 2005. Une histoire à suivre.

Source : Société Provancher

Dévoilement du Plan d'action sur le phoque commun

Rivière-du-Loup, le 20 octobre 2004 – Le Réseau d'observation de mammifères marins présentait aujourd'hui son *Plan d'action sur le phoque commun*. Le biologiste de renom Pierre-Henry Fontaine en dévoilait les grandes lignes.

Le phoque commun et le béluga sont les seuls mammifères marins résidant à l'année dans l'estuaire du Saint-Laurent. Mais, alors que le béluga est une espèce désignée « menacée » par le Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC), le phoque commun ne jouit d'aucun statut particulier, par manque d'information sur sa biologie. Malgré tout, plusieurs intervenants du milieu préfèrent ne pas attendre d'obtenir un statut de protection avant de mettre en œuvre des mesures de protection. De cette réflexion est née la Table de concertation sur le phoque commun de l'estuaire du Saint-Laurent ainsi que le *Plan d'action sur le phoque commun de l'estuaire du Saint-Laurent*.

« Depuis quelques années, nous observons une diminution de cette espèce aux abords du Saint-Laurent. Il est temps d'agir tous ensemble. » – Pierre-Henry Fontaine.

La Table de concertation est une initiative du Réseau d'observation de mammifères marins (ROMM). Elle est composée des principaux intervenants de l'estuaire du Saint-Laurent préoccupés par la situation de l'espèce et impliqués directement dans sa protection et sa mise en valeur. Elle est constituée de 11 organismes et ministères qui sont le ROMM, le parc marin du Saguenay–Saint-Laurent, Pêches et Océans Canada, le ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs – Secteur faune Québec, le comité ZIP rive nord de l'estuaire, le comité ZIP Sud-de-l'Estuaire, le comité ZIP Saguenay, le Comité technique de la ZPM du secteur de la péninsule de Manicouagan, le Comité côtier-Les Escoumins à la rivière Betsiamites, le parc national du Saguenay et le parc national du Bic. Enfin, quoique situé à l'extérieur de la zone d'intervention, le Comité ZIP Côte-Nord du Golfe s'est montré intéressé à participer à cette table. La Table de concertation a pu voir le jour grâce à une contribution financière de Pêches et Océans Canada et du parc marin du Saguenay–Saint-Laurent.

Source : Réseau d'observation de mammifères marins

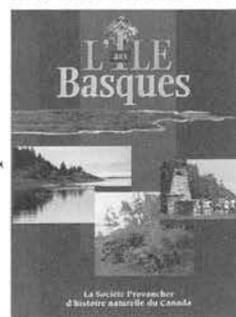
Visiteurs à l'île aux Basques

La fréquentation des visites guidées à l'île aux Basques pour la saison 2004 a été légèrement inférieure aux années passées avec 1114 visiteurs par rapport à la moyenne des cinq dernières années qui est de 1256 visiteurs. La baisse des visiteurs a été plus marquée en juillet en raison d'une météo souvent pluvieuse. Quant à la location des chalets, le nombre d'utilisateurs se situe près de la moyenne des cinq dernières années avec 493 personnes.

Source : Société Provancher

une île en cadeau...

Pour ceux qui ont tout...



On peut se procurer ce livre au coût de 29,95 \$, taxes incluses, auprès de la Société Provancher (ajouter 4 \$ de frais d'envoi).

La Société Provancher d'histoire naturelle du Canada
4740, boul. Wilfrid-Hamel
Bureau 130
Québec QC G1G 4G4



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 : _____

Veillez rédiger votre chèque ou mandat à l'ordre de la Société Provancher et le faire parvenir à l'adresse indiquée.

Société Provancher
4740, boul. Wilfrid-Hamel, bureau 130
Québec QC G1P 2J9

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

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.

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





Harrington Harbour, entre Natashquan et St. Lewis p. 50

Les moules au Québec p. 78



WYNNE PROUZY



GUY TRENCH - FANINE QUÉBEC

L'éperlan arc-en-ciel p. 86

Anticosti p. 110



GARETAN LAPRISE - ORNITHO



CONVENTION DE LA POSTE-PUBLICATION NO 40999-
RETOURNER TOUTE CORRESPONDANCE NE POUVANT Ê-
LIVRÉE AU CANADA À :
LA SOCIÉTÉ PROVANCHER D'HISTOIRE NATURELLE DU CAN-
130-4740 BOUL WILFRID-HAMEL
QUÉBEC QC G1P 2J9