

**CARACTÉRISATION BIOPHYSIQUE ET DES USAGES
D'UN SECTEUR RETENU POUR LA DÉTERMINATION
D'UNE ZONE DE PROTECTION MARINE
DANS L'ESTUAIRE DU SAINT-LAURENT**



VOLUME 1
Introduction, Cadre biophysique et anthropique

NOVEMBRE 1999



ÉQUIPE DE RÉALISATION

CHARGÉ DE PROJET ET DÉLÉGUÉ SCIENTIFIQUE DU MPO :

Luci Bossé, Institut Maurice-Lamontagne, Mont-Joli
Danielle Dorion, Institut Maurice-Lamontagne, Mont-Joli

CHARGÉS DE PROJET (BIOREX INC.) :

Pierre Bergeron
Marc Gagnon

RÉDACTION DES TEXTES :

- **Biorex inc.** (cadre biophysique, usages, activités humaines et impacts, ressources alimentaires des mammifères marins, autres habitats, autres ressources marines, problématique et enjeux) :

Marc Gagnon
Pierre Bergeron

- **Groupe de recherche et d'éducation sur le milieu marin (GREMM)** (mammifères marins) :

Robert Michaud
Robert Saint-Laurent
Véronique de la Chenelière

- **Société Duvetnor Ltée** (oiseaux, îles et îlots) :

Jean Bédard
André Nadeau
Jean-François Giroux

PRODUCTION DES FIGURES ET CARTES (BIOREX INC.) :

Pierre Desjardins
Roger Gauthier
Yvon Ménard

RECHERCHISTE (BIOREX INC.) :

Marie-Claude Gilbert

TRAITEMENT DES TEXTES ET MONTAGE (BIOREX INC.) :

Paule Bélanger
Carolyn Bélanger

RÉVISION DES TEXTES :

- **Biorex inc. :**

Pierre Bergeron
Marc Gagnon

- **Ministère des Pêches et des Océans du Canada :**

Richard Bailey
Sophie Bérubé
Luci Bossé
Claude Brassard
Martin Castonguay
Danielle Dorion
Réjean Dufour
Patrick Dupont
Carol Fournier
Michel Giguère
François Grégoire
Charles Gobeil
Mike Hammill
Michel Harvey
Jean-Denis Lambert
Judith Leblanc
Véronique Lesage
Maurice Levasseur
Ian McQuinn
Bernard Morin
Jean Morisset
Jean Munro
Line Pelletier
Lizon Provencher
Jeffrey Runge
Jean-François Saint-Pierre
Yvan Simard

- **Ministère de l'Environnement du Québec :**

François Caron
Serge Tremblay

REMERCIEMENTS

Nous désirons souligner l'étroite collaboration de plusieurs personnes qui ont fourni des informations, des données ou des rapports souvent inédits.

- **Ministère des Pêches et des Océans du Canada :**

Ève-Marie Beaudouin, Institut Maurice-Lamontagne, Mont-Joli
Anne-Marie Cabana, Institut Maurice-Lamontagne, Mont-Joli
Richard Chénier, Secteur de la Côte-Nord, Sept-îles
Danielle Dorion, Institut-Maurice-Lamontagne, Mont-Joli
Patrick Dupont, Institut-Maurice-Lamontagne, Mont-Joli
Gilles Fortin, Institut-Maurice-Lamontagne, Mont-Joli
Jacques Gagné, Institut Maurice-Lamontagne, Mont-Joli
Michel Gilbert, Institut Maurice-Lamontagne, Mont-Joli
Mike Hammill, Institut-Maurice-Lamontagne, Mont-Joli
Édith Lachance, Direction régionale de la gestion des pêches, Service des statistiques, Québec
Michel Lebeuf, Institut Maurice-Lamontagne, Mont-Joli
Bruno Lévesque, Direction régionale de la gestion des pêches, Service des statistiques, Québec
Pierre Lauzier, Direction régionale de la gestion des pêches, Québec
Véronique Lesage, Institut Maurice-Lamontagne, Mont-Joli
Lena Measures, Institut Maurice-Lamontagne, Mont-Joli
Guy Michaud, Agent de liaison, Mont-Joli
Line Pelletier, Institut Maurice-Lamontagne, Mont-Joli
Doug Swain, Centre des pêches du Golfe, Moncton
Denis Tremblay, Direction régionale de la gestion des pêches, Québec

- **Environnement Canada :**

Pierre Brousseau, Service canadien de la Faune, Québec
Gervais Gagnon, Direction de la protection, Québec
Marcel Houde, Centre Saint-Laurent, Montréal
Guy Létourneau, Centre Saint-Laurent, Montréal
Marc Provencher, Direction de la protection de l'environnement, Région du Québec, Montréal
Susan Roe, Direction de la qualité de l'environnement et de la politique scientifique, Ottawa
Jacques Sénéchal, Direction de la protection de l'environnement, Région du Québec, Montréal.
Shirley Sheppard, Service canadien de la Faune, Ottawa

- **Patrimoine Canada :**

Michel Boivin, Parc marin du Saguenay–Saint-Laurent, Tadoussac
Hélène D'Amours, Parcs Canada, Québec
Nelson Boisvert, Parc marin du Saguenay–Saint-Laurent, Québec
Suzan Dionne, Parc marin du Saguenay–Saint-Laurent, Québec
Nadia Ménard, Parc marin du Saguenay–Saint-Laurent, Tadoussac

- **Ministère de l'Environnement du Québec :**

Ginette Couture, Centre de documentation, Québec
Stanley George, Direction de la faune et des habitats, Québec.
Conrad Groleau, Direction de la faune et des habitats, Québec.
Yves Mailhot, Direction régionale Mauricie–Bois-Francs, Trois-Rivières
Sylvain Pelletier, Direction régionale de Québec, Charlesbourg
Guy Verreault, Direction régionale du Bas-Saint-Laurent, Rivière-du-Loup

- **Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation :**

Michel Desbiens, Direction de l'innovation et des technologies, Gaspé
Serge Gagné, Direction générale des pêches et de l'aquiculture commerciales, Gaspé
Simona Motnikar, Centre aquicole marin de Grande-Rivière, Grande-Rivière
Guy Ouellet, Station technologique piscicole des eaux douces, Québec

- **Autres organisations :**

Pierre Béland, Institut national d'écotoxicologie du Saint-Laurent, Montréal
Karen Bernt, University of Waterloo, Waterloo, Ontario
Robert Campbell, Fish and marine mammal subcommittee, COSEWIC
Thomas Doniol Valcroze, Station de recherche des îles Mingan (MICS)
Julie Gauthier, Université du Québec à Montréal, Montréal
Pierre-Michel Fontaine, Département de biologie, Université Laval, Sainte-Foy
Michel Fournier, INRS-Santé, Pointe-Claire
Michael Kingsley, Greenland Institute of Natural Resources, Nuuk
René Laperrière, Garde côtière canadienne, Région Laurentienne (Québec)
Yolaine le Beau, Tecsalt, Montréal
Frédéric Lecomte, Département de biologie, Université Laval, Sainte-Foy
Pierre Léonard, Centre des loisirs marins, Les Escoumins
Ned Lynas, Oceanographic research and ecosystem studies, Grandes-Bergeronnes
Daniel Martineau, Faculté de médecine vétérinaire, Université de Montréal
Igor Mikaelian, Faculté de médecine vétérinaire, Université de Montréal
Émilien Pelletier, INRS-Océanologie, Rimouski
Richard Saint-Louis, Pavlova Océanologie, Pointe-au-Père
Richard Sears, Station de recherche des îles Mingan (MICS)
Éric Vachon, P.A.R.C. Bas-Saint-Laurent, Rimouski

RÉSUMÉ

Le présent rapport constitue une revue scientifique exhaustive et à jour des connaissances environnementales sur la partie centrale de l'estuaire du Saint-Laurent et sur le fjord du Saguenay dans la perspective de l'établissement d'une zone de protection marine (ZPM) visant la protection et la conservation des mammifères marins dans cette région. La première partie du rapport (Volume 1) comprend une description sommaire du cadre biophysique, des activités humaines visant les habitats et ressources marines ou qui utilisent le milieu marin comme support et des activités humaines qui ont eu, qui ont ou qui sont susceptibles d'avoir des impacts négatifs sur les habitats et les ressources marines ainsi qu'un portrait sommaire de la qualité de l'eau et des sédiments. La deuxième partie du rapport (Volume 2) présente une description détaillée de chaque espèce de mammifères marins qui fréquente la zone d'étude et de leurs principales ressources alimentaires présumées. Les habitats et les ressources qui ne sont pas utilisés directement par les mammifères marins mais qui ont une grande importance dans la région pour diverses raisons sont décrites plus sommairement dans une autre partie du rapport (Volume 3). Enfin, une synthèse écosystémique de la problématique et des enjeux reliés à la conservation et à la protection des mammifères marins (de leurs habitats et de leurs ressources alimentaires) et des autres ressources et habitats importants est présentée en guise de conclusion (Volume 3).

ABSTRACT

This report gives an extensive and up-to-date scientific review of available environmental information on the central part of the St. Lawrence Estuary and on the Saguenay Fjord with the perspective of creating a Marine Protected Area (MPA) for the conservation and protection of marine mammals in this region. The first part of the report (Volume 1) gives an overview of the biophysical framework of the region, the main uses of its marine habitats and resources, the main sources of their alteration and an overview of water and sediment quality. A detailed description of each marine mammal species found in the region and of their presumed preys is given in the second part of the report (Volume 2). Habitats and resources not used directly by the marine mammals that are important for other reasons are described in less detail in a third part (Volume 3). Finally, an ecosystemic approach is used in the last part of the report to outline the major concerns and issues related to the protection of marine mammals (and their habitats and food resources) and of other habitats and resources of interest in the region (Volume 3).

TABLE DES MATIÈRES GÉNÉRALE DU RAPPORT

(Chacun des volumes, chapitres et sections listés ci-dessous a sa propre table des matières)

VOLUME 1. Introduction, Cadre biophysique et anthropique

CHAPITRE 1. INTRODUCTION GÉNÉRALE

CHAPITRE 2. CADRE BIOPHYSIQUE

CHAPITRE 3. USAGES

CHAPITRE 4. LES ACTIVITÉS HUMAINES ET LEURS IMPACTS SUR LES HABITATS ET LES RESSOURCES

VOLUME 2. Les mammifères marins et leurs principales ressources alimentaires

CHAPITRE 5. MAMMIFÈRES MARINS

- Section 1 - Béluga
- Section 2 - Marsouin commun
- Section 3 - Petit Rorqual
- Section 4 - Rorqual commun
- Section 5 - Rorqual bleu
- Section 6 - Phoque commun
- Section 7 - Phoque gris
- Section 8 - Phoque du Groenland
- Section 9 - Mammifères marins occasionnels ou exceptionnels

CHAPITRE 6. RESSOURCES ALIMENTAIRES DES MAMMIFÈRES MARINS

- Section 1 - Euphausides
- Section 2 - Capelan
- Section 3 - Hareng atlantique
- Section 4 - Lançon
- Section 5 - Morue franche
- Section 6 - Poulamon atlantique
- Section 7 - Éperlan arc-en-ciel
- Section 8 - Plie lisse et Plie rouge
- Section 9 - Anguille d'Amérique
- Section 10 - Calmar à nageoires courtes
- Section 11 - Benthos

VOLUME 3. Autres habitats et ressources importants — Problématique et enjeux

CHAPITRE 7. AUTRES HABITATS IMPORTANTS

- Section 1 - Îles et îlots
- Section 2 - Marais intertidaux
- Section 3 - Herbiers de zostère marine
- Section 4 - Escarpements rocheux sous-marins
- Section 5 - Embouchures de rivière

CHAPITRE 8. AUTRES RESSOURCES MARINES IMPORTANTES

- Section 1 - Biotoxines marines
- Section 2 - *Calanus finmarchicus*
- Section 3 - Mye commune
- Section 4 - Moule bleue
- Section 5 - Mactre de Stimpson
- Section 6 - Oursin vert
- Section 7 - Crabe des neiges
- Section 8 - Alose savoureuse
- Section 9 - Esturgeon noir
- Section 10 - Saumon de l'Atlantique
- Section 11 - Flétan du Groenland

CHAPITRE 9. OISEAUX MARINS

CHAPITRE 10. PROBLÉMATIQUE ET ENJEUX

TABLE DES MATIÈRES

| | Page |
|--|------|
| 1. Contexte et objectifs de l'étude..... | 1 |
| 2. Méthodologie..... | 2 |
| 3. Contenu du rapport..... | 2 |
| 4. Délimitation de la zone d'étude..... | 3 |
| Annexe cartographique | 4 |

CHAPITRE 1. INTRODUCTION GÉNÉRALE

1. CONTEXTE ET OBJECTIFS DE L'ÉTUDE

Dans le cadre de la mise en œuvre de la *Loi sur les Océans* qui prévoit l'établissement d'un réseau de zones de protection marines (ZPM), le ministère des Pêches et des Océans du Canada (MPO), région Laurentienne, a procédé au cours de l'année 1998 à la sélection de quatre territoires où des projets pilotes d'établissement de ZPM pourraient être mis de l'avant au cours des prochaines années. Ces projets pilotes ont comme objectifs de développer, valider et éprouver les différents aspects liés à la mise sur pied d'une ZPM, dans certains cas, de protéger des zones qui requièrent une protection et une gestion immédiate et d'évaluer et démontrer les effets des ZPM dans la conservation et la protection du milieu marin. Avant d'aller de l'avant avec la mise sur pied de ces projets pilotes, les territoires visés doivent faire l'objet d'études plus approfondies sur le plan environnemental et socio-économique. Ces études seront utilisées afin d'évaluer la pertinence et la valeur écologique du territoire et les impacts négatifs et positifs de la création de la ZPM sur les activités humaines, de trouver des moyens d'en accroître les avantages socio-économiques ou d'en réduire les inconvénients et de fixer les limites de la ZPM à l'intérieur du territoire étudié. Le présent rapport présente les résultats de l'étude environnementale approfondie sur un des quatre territoires choisis, soit l'estuaire du Saint-Laurent.

Le projet pilote de ZPM de l'estuaire du Saint-Laurent visera principalement la protection des mammifères marins, notamment des cétacés, de leurs habitats et de leurs ressources alimentaires. Le territoire à l'étude (ci-après appelé "zone d'étude") comprend la partie aval de l'estuaire moyen, la partie amont de l'estuaire maritime et l'ensemble du fjord du Saguenay ([Carte 1](#)). Cette vaste zone unique du point de vue océanographique est utilisée intensivement par les mammifères marins. Elle regroupe notamment tous les habitats fréquentés intensivement en été par la population du Béluga du Saint-Laurent, une espèce en danger de disparition selon le Comité sur la situation des espèces en péril (COSEPAC) au Canada, les sites les plus fréquentés par le Phoque commun de l'estuaire, une espèce résidente en situation précaire, et d'importantes aires d'alimentation pour deux espèces de rorquals vulnérables selon le COSEPAC (le Rorqual commun et le Rorqual bleu) et pour le Petit Rorqual, le Phoque gris et le Phoque du Groenland.

L'estuaire du Saint-Laurent draine un vaste bassin hydrographique fortement urbanisé et industrialisé où l'agriculture intensive occupe une grande partie du territoire. De plus, le cœur de la zone d'étude (soit la région de l'embouchure du Saguenay) connaît depuis la fin des années 1970 une augmentation très importante du trafic maritime associée principalement au développement des croisières d'observation des baleines qui s'est ajouté au trafic important de navires marchands et de navires citernes qui empruntent la voie maritime du Saint-Laurent. Les mammifères marins dans cette zone sont confrontés à la contamination de la chaîne alimentaire marine par les substances toxiques persistantes, au dérangement associé au trafic maritime et au harcèlement par les bateaux d'observation, aux risques de déversements pétroliers, de collisions avec les bateaux et d'empêchement dans les engins de pêche, aux altérations physiques de leur habitat et aux variations de l'abondance de leurs ressources alimentaires.

2. MÉTHODOLOGIE

La synthèse des connaissances a été réalisée à l'aide de plusieurs sources d'information. Les publications primaires ont fourni la plupart des renseignements sur les mammifères marins, leurs habitats et leurs ressources alimentaires et sur les autres habitats et ressources marines traités dans ce rapport. Dans certains cas, les informations acquises ont été complétées à l'aide d'entretiens avec des chercheurs universitaires et gouvernementaux, des gestionnaires et des agents des pêches. Dans d'autres cas, les renseignements proviennent de bases de données gouvernementales ou encore de sites internet.

Aucune enquête ou campagne d'échantillonnage n'a été réalisée dans le cadre de la présente étude. Certains membres de l'équipe de travail ont réalisé ou réalisent des projets de recherche sur l'une ou l'autre des espèces traitées dans le présent rapport et ont pu ainsi fournir de précieux renseignements et des données inédites.

3. CONTENU DU RAPPORT

Le rapport a été subdivisé en dix chapitres distincts. En plus du présent chapitre, il comprend les suivants :

- **Chapitre 2. Cadre biophysique** : description générale du territoire à l'étude du point de vue biophysique.
- **Chapitre 3. Usages** : portrait sommaire des usages associés aux ressources et aux habitats marins de la zone d'étude.
- **Chapitre 4. Activités humaines et leurs impacts sur les habitats et les ressources** : portrait sommaire des sources (extérieures et locales) et de la nature des altérations physiques, chimiques et biologiques (historiques, actuelles et potentielles) des habitats et des ressources de la zone d'étude et portrait sommaire de la qualité de l'eau et des sédiments dans la zone d'étude.
- **Chapitre 5. Mammifères marins** : portrait détaillé des huit espèces de mammifères marins abondantes dans la zone d'étude; décrivant notamment leur cycle vital, leurs habitats, leur distribution dans la zone d'étude, leur comportement alimentaire et social, leur abondance historique et actuelle, leur niveau de contamination par les substances toxiques, leur sensibilité au bruit et au dérangement et les usages (chasse, observation) historiques et actuels.
- **Chapitre 6. Principales ressources alimentaires des mammifères marins** : portrait détaillé des onze espèces ou groupes d'espèces jugées les plus importantes dans l'alimentation des mammifères marins dans la zone d'étude; décrivant notamment leur cycle vital, leurs habitats, leur distribution dans la zone d'étude, l'état des populations, leur niveau de contamination par les substances toxiques et leur exploitation par l'homme.

- **Chapitres 7, 8 et 9. Autres habitats, Autres ressources marines et Oiseaux marins :** portrait des habitats et ressources non directement associés à la problématique des mammifères marins présents dans la zone d'étude. Les habitats décrits sont ceux qui ont une grande importance du point de vue écologique, qui sont particulièrement productifs, supportent une grande biodiversité ou qui sont fragiles, vulnérables ou menacés. Les espèces décrites sont les espèces clés de l'écosystème, les ressources halieutiques, les espèces potentiellement en compétition avec les mammifères marins pour la nourriture ou l'espace et les espèces abondantes mais en difficulté ou menacées.
- **Chapitre 10. Problématique et enjeux :** synthèse écosystémique dégageant les principaux problèmes et enjeux en ce qui concerne, d'une part, la protection des mammifères marins, de leurs habitats et de leurs ressources alimentaires et, d'autre part, la protection des autres habitats et ressources non directement associés aux mammifères marins.

4. DÉLIMITATION DE LA ZONE D'ÉTUDE

Les limites de la zone d'étude sont les suivantes (**Carte 1**) :

- **Limite amont dans l'estuaire :** ligne traversant l'estuaire entre la limite ouest de la municipalité de Baie-Saint-Paul, la batture aux Loups Marins et la limite ouest de la municipalité de Saint-Roch-des-Aulnaies.
- **Limite aval dans l'estuaire :** ligne traversant l'estuaire entre la pointe à Michel et la municipalité de Métis-sur-Mer.
- **Limite amont dans le Saguenay :** ligne traversant la rivière entre le cap à la Loure (Saint-Fulgence) et la pointe à Gonie (La Baie).

Les principales municipalités situées le long des rives de la zone d'étude de même que les principales rivières et îles sont localisées sur la **Carte 1**. La **Carte 2** localise les principaux éléments cartographiques (caps, anses, baies et autres éléments morphologiques) auxquels on réfère régulièrement dans le rapport.

Les habitats, ressources et usages décrits dans le présent rapport sont ceux situés dans le milieu marin à l'intérieur des limites décrites ci-dessus. Par contre, la description des activités humaines qui ont des impacts ou qui représentent un risque pour les habitats et les ressources marines ne se limitent pas à la zone d'étude et inclut les sources importantes de perturbation à l'échelle locale, régionale, continentale et globale.

ANNEXE CARTOGRAPHIQUE

- Carte 1.** Limites de la zone d'étude et principales municipalités riveraines, rivières et îles.
- Carte 2.** Caps, anses, baies, autres éléments morphologiques et districts de pêche cités dans le rapport.

TABLE DES MATIÈRES

| | Page |
|--|------|
| Liste des tableaux | iii |
| Liste des figures | iv |
| 1. Introduction et méthodologie | 1 |
| 2. Physiographie..... | 1 |
| 2.1. Superficie..... | 1 |
| 2.2. Longueur des rives | 1 |
| 2.3. Îles..... | 1 |
| 2.4. Caractéristiques des rives et des estrans | 1 |
| 2.5. Bathymétrie | 2 |
| 3. Hydrologie et hydrodynamique | 5 |
| 3.1. Forces externes..... | 5 |
| 3.1.1. Apports d'eau douce | 5 |
| 3.1.2. Marées | 8 |
| 3.1.3. Conditions atmosphériques..... | 8 |
| 3.2. Masses d'eau | 10 |
| 3.2.1. Estuaire moyen du Saint-Laurent | 10 |
| 3.2.2. Estuaire maritime du Saint-Laurent | 11 |
| 3.2.3. Fjord du Saguenay..... | 12 |
| 3.3. Remontées d'eaux profondes | 12 |
| 3.3.1. Tête du chenal Laurentien..... | 12 |
| 3.3.2. Upwelling le long de la rive nord de l'estuaire..... | 13 |
| 3.4. Circulation et caractéristiques des eaux superficielles | 13 |
| 3.4.1. Température et salinité..... | 13 |
| 3.4.2. Circulation nette | 14 |
| 3.4.3. Courants de marées..... | 14 |
| 3.4.4. Régime des glaces..... | 16 |
| 3.4.5. Vagues..... | 16 |
| 3.5. Circulation nette des eaux profondes..... | 16 |
| 4. Sédimentologie..... | 17 |
| 4.1. Régime sédimentaire..... | 17 |
| 4.2. Distribution des sédiments en suspension | 19 |
| 4.3. Distribution des sédiments sur le fond | 19 |

| | Page |
|---|------|
| 5. Production primaire (phytoplancton) | 20 |
| 5.1. Distribution des sels nutritifs | 20 |
| 5.2. Production primaire..... | 20 |
| 6. Habitats pélagiques | 21 |
| 6.1. Habitats pélagiques peu profonds..... | 22 |
| 6.2. Habitats pélagiques profonds..... | 23 |
| 7. Habitats benthiques..... | 27 |
| 7.1. Habitats benthiques intertidaux oligohalins | 30 |
| 7.2. Habitats benthiques intertidaux mésosalins | 30 |
| 7.3. Habitats benthiques intertidaux polyhalins et marins..... | 30 |
| 7.4. Habitats benthiques infralittoraux oligohalins et mésosalins | 31 |
| 7.5. Habitats benthiques infralittoraux polyhalins et marins..... | 31 |
| 7.6. Habitats benthiques circalittoraux et bathyaux | 32 |
| Références..... | 34 |
| Annexe cartographique | 39 |

LISTE DES TABLEAUX

| | Page |
|--|------|
| Tableau 1. Principaux cours d'eau débouchant directement dans la zone d'étude..... | 8 |
| Tableau 2. Marnage moyen et des grandes marées dans l'estuaire du Saint-Laurent et le Saguenay | 9 |
| Tableau 3. Conditions météorologiques saisonnières observées à partir de navires dans l'estuaire du Saint-Laurent..... | 9 |
| Tableau 4. Conditions météorologiques observées à des stations terrestres situées sur les rives de la zone d'étude | 10 |
| Tableau 5. Caractéristiques des différents habitats pélagiques de la zone d'étude en été..... | 24 |
| Tableau 6. Principales caractéristiques des étages bathymétriques benthiques | 28 |
| Tableau 7. Principales caractéristiques des zones biogéographiques benthiques | 29 |

LISTE DES FIGURES

| | Page |
|--|------|
| Figure 1. Répartition estivale des masses d'eau et distribution verticale de la salinité dans l'estuaire moyen du Saint-Laurent..... | 3 |
| Figure 2. Répartition estivale des masses d'eau le long d'une section longitudinale de l'estuaire maritime et du golfe du Saint-Laurent..... | 4 |
| Figure 3. Répartition estivale de la salinité le long d'une coupe longitudinale du fjord du Saguenay | 6 |
| Figure 4. Évolution du débit mensuel moyen du fleuve Saint-Laurent à Québec (1975-1983) | 7 |
| Figure 5. Courants de marée dans la partie centrale de l'estuaire du Saint-Laurent au plus fort du baissant lors de marées moyennes..... | 15 |
| Figure 6. Flux approximatif des matières en suspension dans la zone d'étude | 18 |

CHAPITRE 2. CADRE BIOPHYSIQUE

1. INTRODUCTION ET MÉTHODOLOGIE

Le présent chapitre donne un sommaire des caractéristiques biophysiques de la zone d'étude. Les informations présentées sur la physiographie, l'hydrologie, l'hydrodynamique, la sédimentologie et la production primaire proviennent principalement d'un nombre restreint de rapports-synthèse produits sur le système du Saint-Laurent au cours des dix dernières années. Ces informations ont été utilisées afin de subdiviser la zone d'étude en habitats pélagiques et benthiques homogènes. L'ensemble des informations consultées au cours du mandat ont ensuite été utilisées afin de dresser un portrait sommaire des communautés biologiques caractéristiques de chacun des habitats décrits.

2. PHYSIOGRAPHIE

La zone d'étude comprend trois secteurs : la partie aval de l'estuaire moyen, la partie amont de l'estuaire maritime et l'ensemble du fjord du Saguenay (voir [Carte 1](#) du Chapitre 1). Ces trois secteurs constituent des écosystèmes ouverts ayant leurs caractéristiques propres. Le cœur de la zone d'étude, située à la confluence des trois écosystèmes, au large de Tadoussac, est le site de phénomènes océanographiques d'une importance primordiale pour l'ensemble du Saint-Laurent marin et pour la zone d'étude, en particulier.

2.1. SUPERFICIE

La zone d'étude couvre une superficie de 7 115 km², soit 2 101 km² dans l'estuaire moyen, 4 718 km² dans l'estuaire maritime et les 296 km² du fjord du Saguenay.

2.2. LONGUEUR DES RIVES

La longueur totale des rives dans la zone d'étude est de 1 270 km (mesurée à l'échelle de 1 :50 000), soit 332 km sur la rive sud de l'estuaire, 360 km sur la rive nord de l'estuaire, 321 km dans le fjord du Saguenay et 257 km de rives insulaires.

2.3. ÎLES

Les principales îles de la zone d'étude sont, par ordre de superficie décroissante : l'île aux Coudres (30,1 km²), l'île Verte (11,6 km²), l'île aux Lièvres (8,7 km²) et l'île du Bic (5,6 km²). Les petites îles sont en grande majorité situées le long de la rive sud de l'estuaire et, principalement, dans l'estuaire moyen où elles forment des archipels (Kamouraska, Pèlerins et Pot à l'Eau-de-vie). La section 1 du Chapitre 7 décrit plus en détails ces habitats importants pour les phoques et les oiseaux marins de la zone d'étude.

2.4. CARACTÉRISTIQUES DES RIVES ET DES ESTRANS

Rive nord de l'estuaire moyen et fjord du Saguenay. La rive nord de l'estuaire moyen et les rives du fjord du Saguenay sont constituées par des roches cristallines précambriennes du

Bouclier canadien. Ces rives sont souvent escarpées mais ne forment pas de falaises actives au niveau de la mer. Les estrans, quand ils existent, sont étroits sauf dans le fond des anses où se jettent des rivières importantes (comme à Baie-Saint-Paul, La Malbaie, l'Anse-Saint-Jean Baie-Éternité, La Baie et Baie-Sainte-Marguerite) (Fortin et Pelletier, 1995; Gagnon *et al.*, 1998).

Rive nord de l'estuaire maritime. En aval de Tadoussac, les rives de l'estuaire sont aussi constituées de roches cristallines du Bouclier canadien mais elles sont plus basses et sont bordées de larges estrans entre les Escoumins et Forestville ainsi qu'au niveau du vaste delta de la rivière Betsiamites. Par ailleurs, entre Tadoussac et Les Escoumins ainsi qu'entre Forestville et les llets-Jérémie, la mer baigne les contreforts du Bouclier canadien et les estrans sont beaucoup plus escarpés (Fortin *et al.*, 1996).

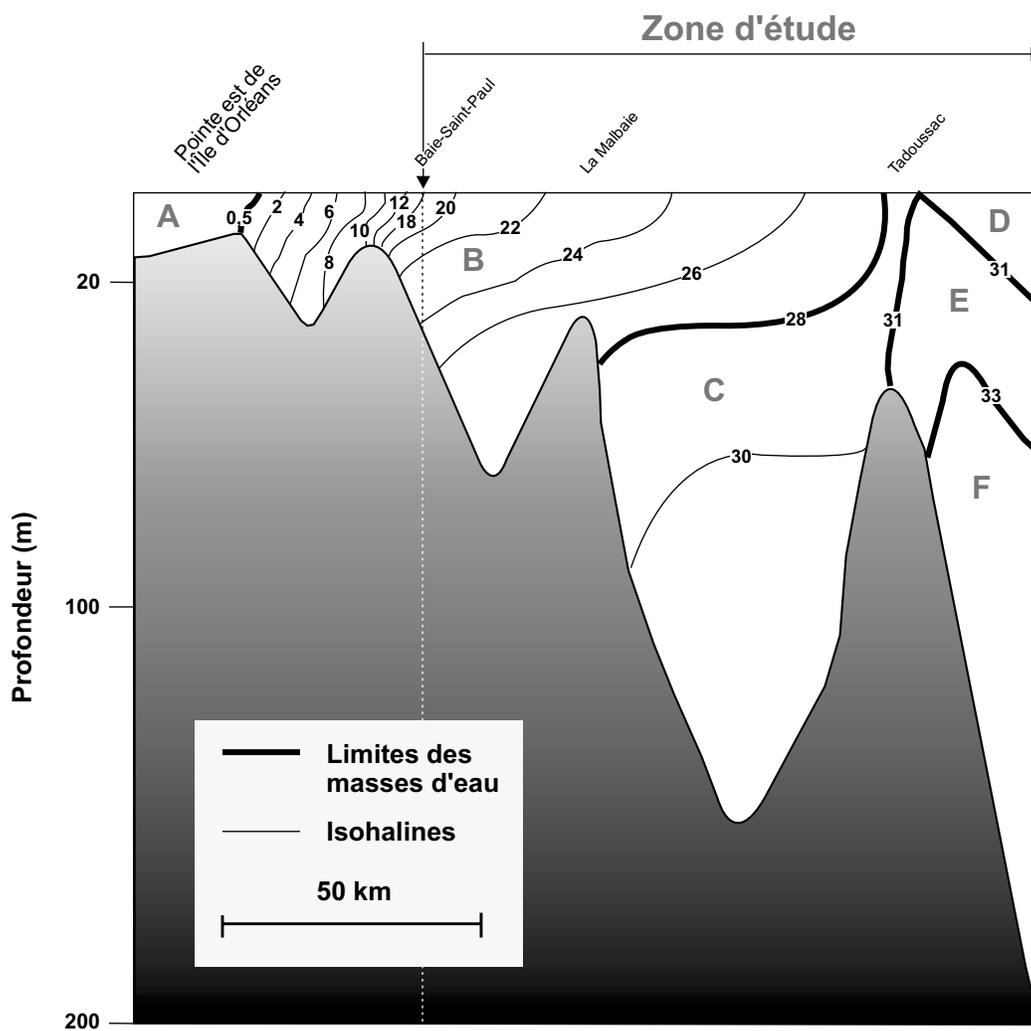
Rive sud de l'estuaire. La rive sud de l'estuaire est découpée dans les roches sédimentaires ordoviciennes de la zone appalachienne et se caractérise par des falaises basses d'argile, de schistes et de grès. Cette rive est constituée d'une série de crêtes et de dépressions dont l'axe est oblique par rapport à celui de l'estuaire. Les îles situées le long de la rive et les pointes rocheuses du littoral correspondent aux crêtes alors que les baies et les anses se sont formées au niveau des dépressions. On retrouve de larges estrans vaseux entre Saint-Roch-des-Aulnaies et Rimouski alors que, plus en aval, l'estran est moins large et plus rocheux (Fortin *et al.*, 1996; Gagnon *et al.*, 1998).

2.5. BATHYMÉTRIE

Estuaire moyen. La bathymétrie de la partie amont de la zone d'étude est dominée par la présence d'un chenal profond le long de la rive nord (chenal du Nord) (Carte 1). Ce chenal est en fait constitué d'une série de fosses séparées par des seuils plus ou moins profonds (Figure 1). La fosse la plus profonde (183 m de profondeur) est située à la hauteur de Port-au-Saumon. Une deuxième fosse moins profonde (86 m de profondeur) est située au large de Saint-Irénée (fosse de Saint-Irénée). Le chenal du Nord est partiellement isolé de l'estuaire maritime par un seuil situé à moins de 50 m de la surface près de l'île Rouge.

Le long de la rive sud, on retrouve un chenal beaucoup moins profond (généralement moins de 30 m) qui communique latéralement avec le chenal du Nord au large de La Malbaie et près de l'île Rouge. Dans ce chenal, on retrouve un seuil à 13 m de la surface près des îles Pèlerins (Carte 1).

Estuaire maritime. Le trait marquant de la bathymétrie de l'estuaire maritime est le chenal Laurentien. Cette fosse d'origine glaciaire en forme de «U» débute au large de Tadoussac et se termine 1 300 km plus loin sur le rebord du plateau continental, au sud-est de Terre-Neuve (Figure 2). Le chenal est, par convention, délimité par l'isobathe de 200 m. Son fond évasé atteint, dans l'estuaire, une profondeur maximale de 384 m à la limite aval de la zone d'étude. Les parois du chenal sont abruptes, particulièrement le long de la rive nord, en amont de Sainte-Anne-de-Portneuf. Au large de Tadoussac, une série de hauts-fonds (< 50 m) et de seuils peu profonds (< 50 m) délimitent son extrémité amont. De chaque côté du chenal, on retrouve deux larges plates-formes littorales (< 200 m) peu accidentées et légèrement inclinées (Carte 1).



| Secteur | Masse d'eau | Température (°C) | Salinité |
|-------------------|---------------------------------|------------------|----------|
| Estuaire fluvial | A Eaux douces | >20 | <0,3 |
| Estuaire moyen | B Eaux saumâtres | 5 à 20 | 0,3 à 28 |
| | C Eaux marines | 2 à 5 | 28 à 31 |
| Estuaire maritime | D Couche superficielle | 2 à 14 | 25 à 31 |
| | E Couche intermédiaire glaciale | -1 à 2 | 31 - 33 |
| | F Couche profonde | 2 à 5 | 33 à 35 |

Figure 1

Répartition estivale des masses d'eau et distribution verticale de la salinité dans l'estuaire moyen du Saint-Laurent (coupe longitudinale dans le chenal du Nord).

Source : adapté de Greisman et Ingram, 1977.

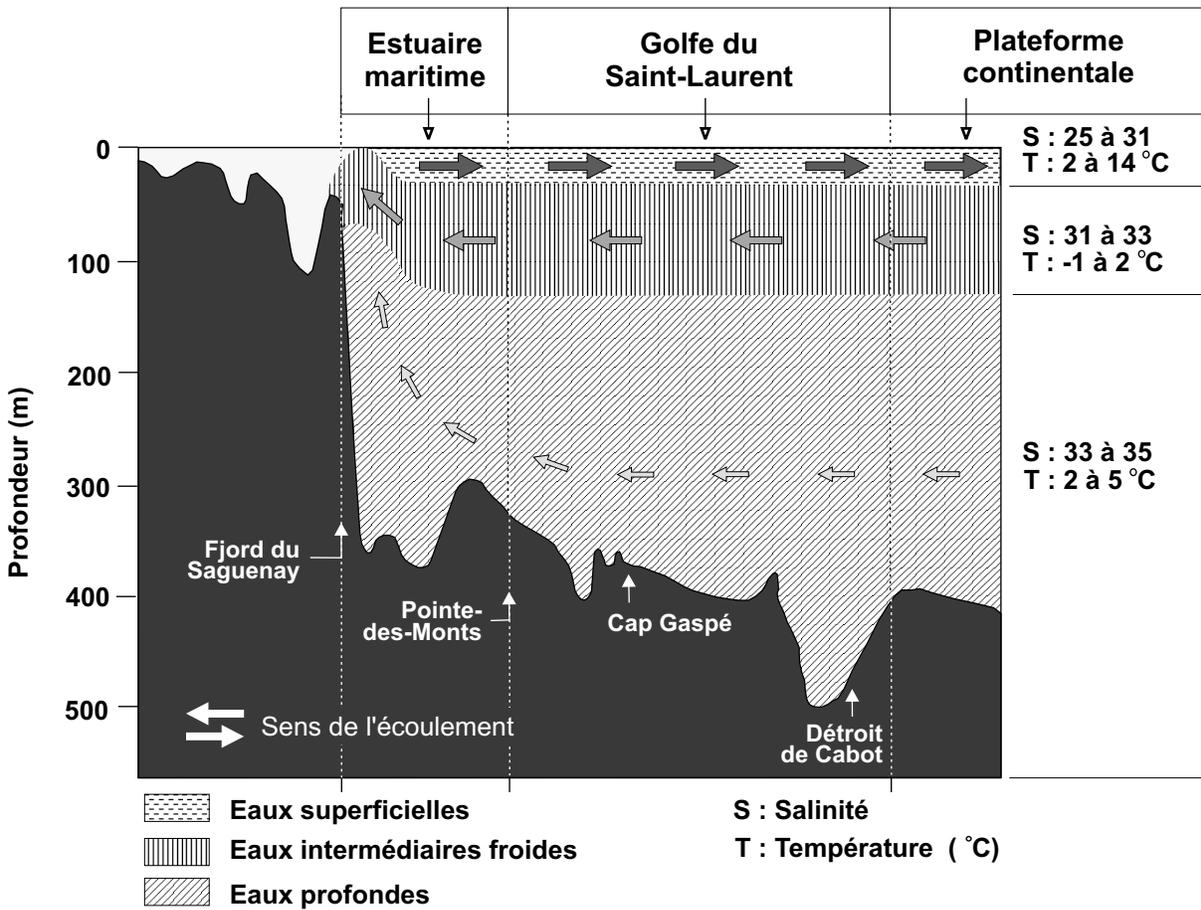


Figure 2

Répartition estivale des masses d'eau le long d'une section longitudinale de l'estuaire maritime et du golfe du Saint-Laurent (chenal Laurentien).

Sources : adapté de Koutitonsky et Budgen, 1991; Lavoie *et al.*, 1996.

Saguenay. La partie de la rivière Saguenay située en aval de Saint-Fulgence constitue un véritable fjord. Cette fosse profonde (profondeur maximale de 273 m au niveau du cap Trinité) encaissée dans le Bouclier canadien occupe une ancienne dépression tectonique surcreusée par un glacier. Dans sa partie amont, le fjord épouse la forme d'un «Y» dont le bras sud est constitué par la baie des Ha! Ha! et le bras nord, par le cours principal du Saguenay. On y retrouve trois bassins principaux séparés par des seuils (Figure 3). Le plus grand des bassins (bassin supérieur) occupe les deux tiers supérieurs du fjord. Le bassin inférieur est partiellement isolé de l'estuaire maritime par un seuil situé à seulement 20 m sous la surface de l'eau.

3. HYDROLOGIE ET HYDRODYNAMIQUE

3.1. FORCES EXTERNES

En plus de la bathymétrie décrite à la section précédente, les principaux facteurs qui régissent l'hydrodynamique de la zone d'étude sont les apports d'eau douce, les marées et les conditions atmosphériques.

3.1.1. Apports d'eau douce

La zone d'étude reçoit des eaux douces des quatre sources principales suivantes : 1) le fleuve Saint-Laurent (84 p. 100 des apports totaux); 2) la rivière Saguenay (12 p. 100); 3) les autres rivières qui débouchent directement dans la zone d'étude (3 p. 100) et 4) les précipitations directes (environ 1 p. 100) (Fortin et Pelletier, 1995; Fortin *et al.*, 1996; Gagnon *et al.*, 1998).

Fleuve Saint-Laurent. Le débit annuel moyen du Saint-Laurent à la hauteur de la ville de Québec est d'environ $11\,000\text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$ (Fortin et Pelletier, 1995; Fortin *et al.*, 1996). La Figure 4 présente les variations mensuelles du débit moyen à Québec. La crue printanière a lieu en avril, l'étiage à la fin de l'été et en janvier-février et une crue automnale moins prononcée a généralement lieu en novembre. L'aménagement de barrages sur le fleuve Saint-Laurent et ses tributaires a modifié les variations saisonnières du débit (voir le Chapitre 4, item 2.1.3.).

Rivière Saguenay. Le débit annuel moyen de la rivière Saguenay à la sortie du lac Saint-Jean est d'environ $1\,600\text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$ (Fortin et Pelletier, 1995). L'aménagement de barrages sur le haut Saguenay a considérablement modifié le patron saisonnier d'écoulement de cette rivière (voir le Chapitre 4, item 2.1.3.).

Autres cours d'eau. Plusieurs cours d'eau moins importants débouchent directement dans la zone d'étude. Les principaux sont listés au Tableau 1. Règle générale, la crue dans les rivières du Saguenay, de la rive nord de l'estuaire moyen et maritime et de la rive sud de l'estuaire maritime a lieu en mai alors que, dans celles de la rive sud de l'estuaire moyen, elle a lieu en avril.

En plus de l'influence locale de ces cours d'eau relativement peu importants, la zone d'étude subit l'influence de trois grandes rivières débouchant près de la limite aval de la zone d'étude, sur la rive nord de l'estuaire. Il s'agit des rivières Betsiamites, aux Outardes et Manicouagan dont le débit annuel moyen combiné s'élève à $1\,591\text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$ (Fortin *et al.*, 1996).

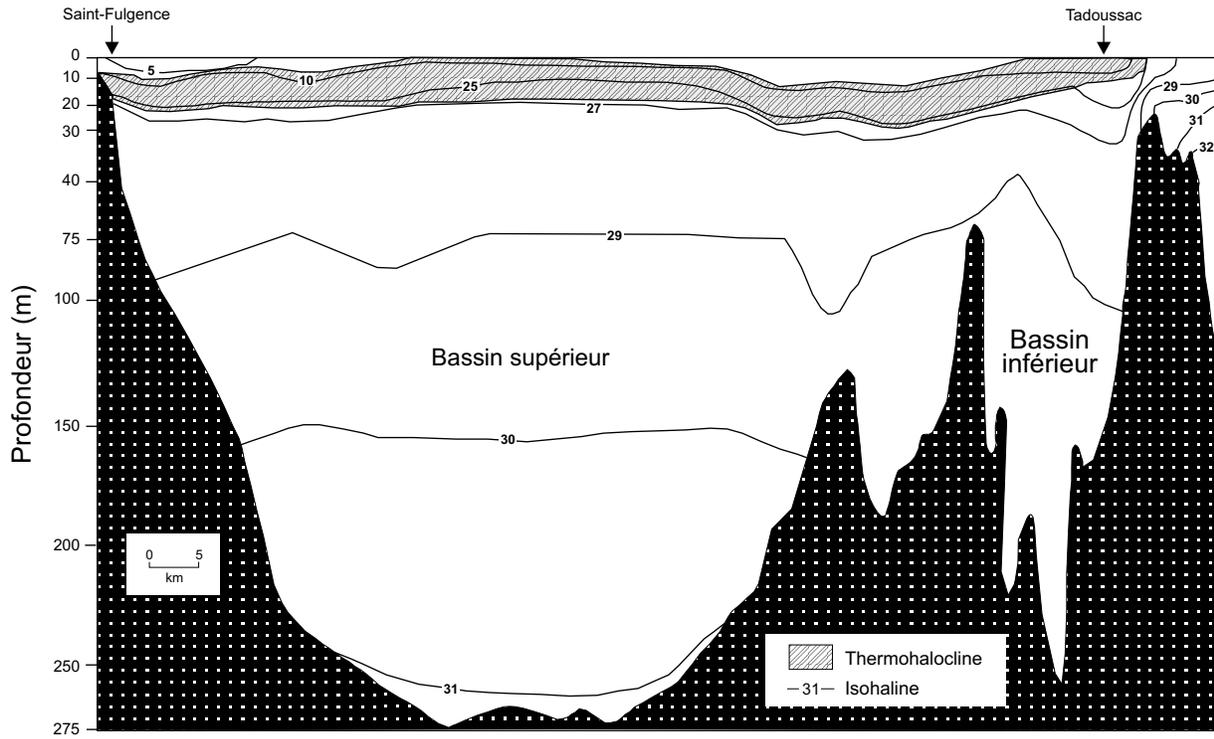


Figure 3

Répartition estivale de la salinité le long d'une coupe longitudinale du fjord du Saguenay.

Source : Drainville, 1968.

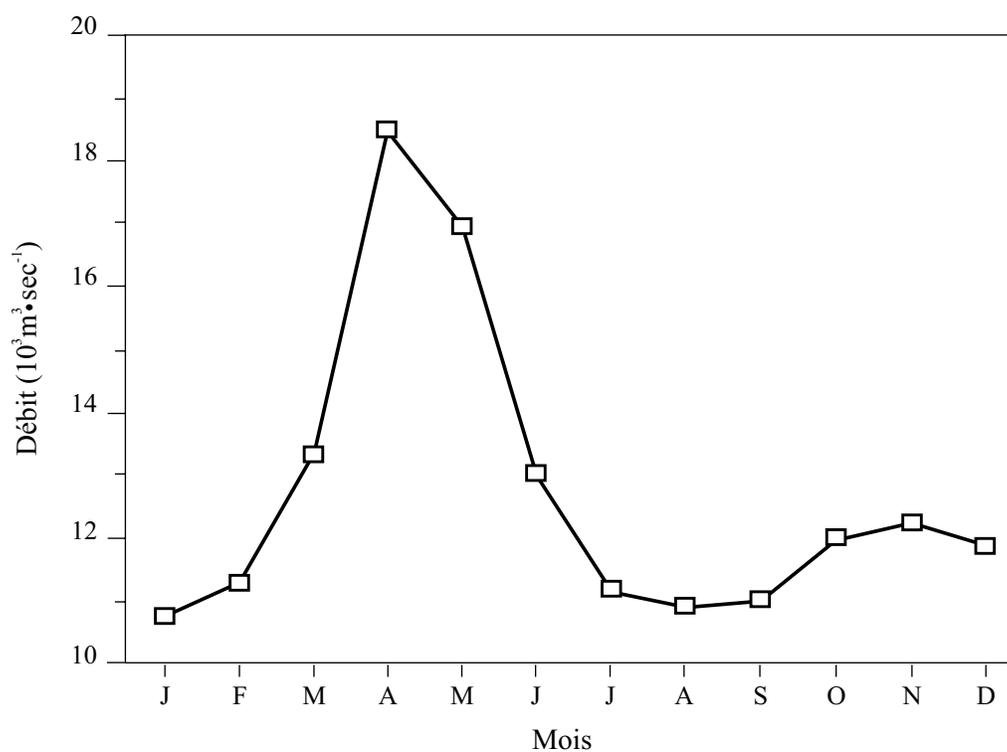


Figure 4

Évolution du débit mensuel moyen du fleuve Saint-Laurent à Québec (1975-1983).

Source : adapté de Bugden *et al.*, 1982.

Tableau 1
Principaux cours d'eau débouchant directement dans la zone d'étude
(débit annuel moyen > 15 m³•s⁻¹).

| <i>Rivière</i> | <i>Débit annuel moyen (m³•s⁻¹)</i> |
|--------------------------|--|
| Estuaire moyen | |
| Malbaie | 34 |
| du Loup | 18 |
| Ouelle | 16 |
| Estuaire maritime | |
| Portneuf | 65 |
| Rimouski | 32 |
| Mitis | 32 |
| Trois-Pistoles | 18 |
| des Escoumins | 16 |
| Fjord du Saguenay | |
| Sainte-Marguerite | 133 |
| Petit-Saguenay | 15 |

Sources : Fortin et Pelletier, 1995; Fortin *et al.*, 1996; Gagnon *et al.*, 1998.

3.1.2. Marées

Les marées sont du type semi-diurne et leur amplitude varie selon un cycle bihebdomadaire (mortes-eaux/vives eaux). Le marnage (élévation du niveau de l'eau) produit par l'onde de marée augmente de l'aval vers l'amont dans l'estuaire et dans le Saguenay (Tableau 2). Les plus fortes marées dans la zone d'étude sont observées à Saint-Fulgence, à la tête du fjord, et dans la partie amont de l'estuaire moyen.

3.1.3. Conditions atmosphériques

Le Tableau 3 présente les conditions météorologiques typiques observées dans trois secteurs de la zone d'étude à partir de navires et le Tableau 4, celles observées à des stations terrestres sur les rives de la zone d'étude. La température moyenne mensuelle de l'air dans la zone d'étude se situe sous 0 °C de novembre à mars (Vigeant, 1984). Le réchauffement local de la couche d'eau superficielle par l'air ambiant débute généralement au début de mars et est maximal en juin; son refroidissement par l'air ambiant commence en octobre et la température de l'eau atteint le point de congélation de l'eau de mer (-1,9 °C) en décembre (Koutitonsky et Budgen, 1991).

Les vents dominants soufflent principalement dans l'axe longitudinal de l'estuaire, soit du nord-est ou, plus souvent, du sud-ouest.

La partie centrale de la zone d'étude est caractérisée par une fréquence élevée de brouillard associée à l'interaction des remontées d'eaux profondes à la tête du chenal Laurentien (voir l'item 3.3) avec l'air ambiant.

Tableau 2

Marnage moyen et des grandes marées dans l'estuaire du Saint-Laurent et le Saguenay.

| <i>Localité</i> | <i>Marnage moyen (m)</i> | <i>Marnage des grandes marées (m)</i> |
|---------------------------------------|------------------------------|---|
| Estuaire | | |
| Pointe-des-Monts | 2,5 | 4,0 |
| Forestville | 3,2 | 5,0 |
| Rimouski (Pointe-au-Père) | 3,0 | 4,6 |
| Les Escoumins | 3,5 | 4,9 |
| Rivière-du-Loup | 3,8 | 5,5 |
| Saint-Siméon | 3,8 | 5,9 |
| La Malbaie (Pointe-au-Pic) | 4,2 | 6,3 |
| Pointe-aux-Orignaux | 4,2 | 6,2 |
| Baie-Saint-Paul (cap aux Corbeaux) | 4,6 | 6,8 |
| Saint-Jean-Port-Joli | 4,5 | 6,3 |
| Île d'Orléans (Saint-François) | 4,5 | 6,6 |
| Québec | 4,1 | 5,8 |
| Saguenay | | |
| Tadoussac | 3,6 | 5,5 |
| Anse-Saint-Jean | 4,2 | 6,5 |
| Saint-Fulgence | 4,6 | 7,2 |
| Chicoutimi | 4,0 | 6,3 |

Source : MPO, 1997a.

Tableau 3

Conditions météorologiques saisonnières observées à partir de navires dans l'estuaire du Saint-Laurent.

| <i>Secteur</i> | <i>Période</i> | <i>Température moyenne de l'air (°C)</i> | <i>Vents dominants Provenance</i> | <i>Vitesse moyenne (cm • s⁻¹)</i> | <i>Pourcentage de vents calmes</i> | <i>Visibilité inférieure à un km (% du temps)</i> |
|---|----------------|--|---------------------------------------|--|--|---|
| Partie aval de l'estuaire moyen | Jan. à mars | -10 à -9 | SO | 16 | 3 | < 4 |
| | Mai | 8 à 10 | SO | 13 | 3 | > 6 |
| | Août | 14 à 16 | SO | 12 | 2 | 4 – 6 |
| | Novembre | 0 à 2 | SO | 15 | 3 | 2 – 3 |
| Région de l'île Rouge et de l'embouchure du Saguenay | Jan. à mars | -10 à -9 | SO | 18 | 4 | 4 |
| | Mai | 8 | SO | 13 | 3 | 4 – 6 |
| | Août | 14 | SO | 13 | 4 | > 6 |
| | Novembre | 0 à 2 | SO | 16 | 4 | 2 – 3 |
| Partie amont de l'estuaire maritime | Jan. à mars | -10 à -9 | SO | 19 | 2 | > 4 |
| | Mai | 6 à 8 | NE | 14 | 2 | < 4 |
| | Août | 12 à 14 | SO | 14 | 2 | 4 – 6 |
| | Novembre | 0 à 2 | SO | 18 | 2 | 2 – 3 |

Source : Vigeant, 1984.

Tableau 4

Conditions météorologiques observées à des stations terrestres situées sur les rives de la zone d'étude.

| <i>Localité</i> | <i>Température moyenne annuelle de l'air (°C)</i> | <i>Précipitations totales (mm)</i> | <i>Nombre de jours de brouillard par année</i> |
|---------------------|---|------------------------------------|--|
| La Pocatière | 4,2 | 926 | 39,4 |
| Rivière-du-Loup | 2,8 | 900 | 36,8 |
| Trois-Pistoles | 3,7 | 946 | 10,2 |
| La Malbaie | 3,6 | 838 | 13,3 |
| Saint-Siméon | 3,1 | 1 013 | 59,6 |
| Grandes-Bergeronnes | 2,8 | 1 025 | 53,1 |
| Chicoutimi | 3,3 | 983 | 14,0 |
| Petit-Saguenay | 2,6 | 1 008 | 64,4 |
| Tadoussac | 3,1 | 987 | 29,8 |

Source : Argus, 1992.

3.2. MASSES D'EAU

3.2.1. Estuaire moyen du Saint-Laurent

En été, on retrouve deux masses d'eau principales dans l'estuaire moyen du Saint-Laurent soit, 1) les eaux superficielles et 2) les eaux profondes (Figure 1).

Eaux superficielles de la partie aval. En été, la couche d'eau superficielle (0 – 30 m de profondeur) de la partie de l'estuaire moyen incluse dans la zone d'étude est caractérisée par une salinité relativement faible (salinité de 8 à 28), des températures intermédiaires (8 – 20 °C) et une turbidité relativement élevée (1 – 50 mg•l⁻¹). Ces eaux connaissent des variations importantes de leurs propriétés principalement associées au climat et aux variations saisonnières du débit du fleuve Saint-Laurent.

Ces eaux saumâtres proviennent du mélange progressif, à partir de la pointe est de l'île d'Orléans, des eaux douces du fleuve avec les eaux salées sous l'effet de la turbulence créée par les marées. Le temps de résidence des eaux douces dans l'estuaire moyen est de 10 – 20 jours (Lucotte, 1989). Lors de leur transport vers l'estuaire maritime, les eaux douces entraînent avec elles un volume quatre fois plus important d'eaux salées (environ 50 000 m³•s⁻¹). Cette sortie d'eau salée en surface est compensée par un contre-courant d'eaux salées en profondeur provenant de l'estuaire maritime (Figure 1; Lucotte, 1989).

Eaux profondes. Les eaux profondes de l'estuaire moyen sont principalement confinées au chenal du Nord (> 30 m de profondeur). En été, ces eaux sont relativement salées (salinité de 28 à 31), froides (2 à 5 °C) et peu turbides (< 1 mg•l⁻¹). Les variations saisonnières de leurs propriétés sont beaucoup moins importantes qu'en surface (Neu, 1970).

Les eaux marines de l'estuaire moyen proviennent de l'estuaire maritime où elles ont été formées à la tête du chenal Laurentien par le mélange des eaux superficielles de l'estuaire moyen et du Saguenay avec les eaux profondes de l'estuaire maritime (Reid, 1977). Le

transport vers l'amont de ces eaux correspond à un débit moyen d'environ $50\,000\text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$ à la hauteur de Tadoussac (Lucotte, 1989).

3.2.2. Estuaire maritime du Saint-Laurent

En été, on retrouve trois couches d'eaux superposées dans l'estuaire maritime : 1) la couche d'eau superficielle, 2) la couche d'eau intermédiaire froide et 3) la couche d'eau profonde (Figure 2).

Eaux superficielles. En été, la couche d'eau superficielle (0 – 25 m de profondeur) de l'estuaire maritime est plus salée (salinité de 26 à 30), plus froide (2 – 13 °C) et moins turbide ($< 3\text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$) que celle de l'estuaire moyen (Simard *et al.*, 1986; Lucotte *et al.*, 1991; Lavoie *et al.*, 1996).

Comme les eaux profondes de l'estuaire moyen, ces eaux proviennent du mélange des eaux superficielles de l'estuaire moyen et du Saguenay avec les eaux de la couche intermédiaire froide sous-jacente. Contrairement aux eaux profondes de l'estuaire moyen, elles s'écoulent vers le golfe et leur temps de résidence dans l'estuaire maritime n'est que de 10 à 25 jours (Therriault et Levasseur, 1985).

Eaux intermédiaires froides. En été, la couche d'eau intermédiaire froide est centrée à 80 m de profondeur entre les eaux superficielles et les eaux profondes du chenal Laurentien (entre 30 et 120 m de profondeur). Ces eaux sont très froides (-1 à 2 °C), limpides (turbidité $< 0,1\text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$) et de salinité intermédiaire (30 – 33) (Lavoie *et al.*, 1996). En hiver, cette masse d'eau se mélange avec les eaux refroidies de la couche superficielle et on ne retrouve plus qu'une seule masse d'eau très froide ($< 0\text{ °C}$) entre la surface et 120 m de profondeur (Forrester, 1964).

La couche d'eau intermédiaire est présente dans l'ensemble de l'estuaire maritime et du golfe. Ces eaux ont été formées en hiver dans le golfe par le refroidissement intense de la couche superficielle de cette région. Leur transport net est dirigé vers l'amont et elles forment un contre-courant ayant un débit d'environ $250 \times 10^3\text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$ à la hauteur de Pointe-des-Monts (Koutitonsky et Bugden, 1991). Ce contre-courant vient compenser les pertes d'eau salée entraînée vers le golfe dans la couche superficielle.

Eaux profondes. La couche profonde ($> 120\text{ m}$) du chenal Laurentien est plus salée (salinité de 33 à 35), plus chaude (2 à 5 °C) et un peu plus turbide ($0,1$ à $0,5\text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$) que la couche d'eau intermédiaire. Ses propriétés ne varient pas à l'échelle des saisons mais plutôt à l'échelle décennale (Bugden, 1991).

Ces eaux ont été formées dans l'Atlantique du nord-ouest, sur le rebord du plateau continental. Elles remontent le chenal Laurentien à une vitesse de seulement 150 à 200 km par année (Bugden, 1991). Elles atteignent donc la tête du chenal Laurentien (à la hauteur de Tadoussac) plusieurs années après leur dernier contact avec l'atmosphère. Pendant ce lent transport vers la zone d'étude, elles ont perdu la moitié de leur teneur en oxygène dissous sous l'effet de l'activité biologique dans les sédiments et dans la couche d'eau même (Gearing et Pocklington, 1990).

3.2.3. Fjord du Saguenay

En été, on retrouve deux masses d'eau distinctes dans le fjord du Saguenay (Schafer *et al.*, 1990) : 1) la couche d'eau superficielle et 2) la couche d'eau profonde séparées par une thermohalocline très prononcée (Figure 3).

Eaux superficielles. En été, la couche d'eau superficielle du fjord est plus mince (10 – 15 m d'épaisseur), moins salée (salinité de 5 à 15) et plus turbide ($2,5$ à $20 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$) que les eaux de surface de l'estuaire maritime. On observe un gradient de ces propriétés de l'amont vers l'aval en raison du mélange très progressif des eaux douces de la rivière Saguenay avec les eaux salées sous-jacentes. En effet, la turbulence créée par les marées est beaucoup moins intense dans le Saguenay que dans l'estuaire et les eaux douces peuvent donc glisser vers l'aval sur la masse d'eau salée sans qu'il y ait un mélange aussi important que dans l'estuaire moyen.

Eaux profondes. La couche d'eau profonde occupe presque tout le volume du fjord. Ces eaux sont froides ($0 - 2$ °C) et ont une salinité intermédiaire (salinité de 29 à 31). La frontière entre cette masse d'eau et la couche superficielle est très nette (thermohalocline).

Les eaux profondes du fjord proviennent de l'estuaire maritime. Selon la saison, il peut s'agir des eaux superficielles de l'estuaire (en hiver probablement) ou de la couche intermédiaire du chenal Laurentien (en été) (voir l'item 3.3). On estime que leur temps de résidence dans le fjord est de l'ordre de 2 – 6 mois (Gratton, 1994). Par contre, le taux de renouvellement des eaux du bassin inférieur du fjord ne serait que de quelques jours (Therriault *et al.*, 1984).

On ne dispose pas de données sur les caractéristiques des masses d'eau du fjord en hiver.

3.3. REMONTÉES D'EAUX PROFONDES

On retrouve dans la zone d'étude deux secteurs principaux où se produisent des remontées d'eaux profondes : 1) la tête du chenal Laurentien et 2) la rive nord de l'estuaire moyen et maritime.

3.3.1. Tête du chenal Laurentien

L'extrémité amont du chenal Laurentien, au large de Tadoussac, est le site d'importantes remontées d'eaux profondes qui se produisent à chaque marée montante. Ce phénomène cyclique est associé à la remontée abrupte du fond du chenal Laurentien dans ce secteur (Figure 2). Lors de la marée montante, les eaux de la couche intermédiaire sont soulevées le long de la pente et peuvent être poussées jusqu'à la surface. Ces eaux très froides se répandent alors sur les hauts-fonds de ce secteur. Lors de la marée baissante, elles sont vigoureusement mélangées avec les eaux superficielles de l'estuaire moyen et du Saguenay. Ces eaux mélangées froides et relativement peu salées coulent alors vers le fond du chenal du Nord (estuaire moyen), le fond du bassin inférieur du fjord du Saguenay ou encore elles sont entraînées vers l'aval de l'estuaire maritime en surface, principalement le long de la rive sud où elles forment un jet côtier (courant intense dirigé vers l'aval) (Reid, 1977; Lavoie *et al.*, 1996).

L'intensité des remontées d'eaux profondes à la tête du chenal Laurentien varie selon le cycle bihebdomadaire de l'amplitude des marées et ces variations entraînent l'accumulation (mortes-

eaux) ou la dissipation (vives-eaux) de la masse d'eau intermédiaire froide dans la partie amont de l'estuaire maritime (Lavoie *et al.*, 1996).

La rencontre des eaux froides et salées de la couche intermédiaire et des eaux saumâtres et plus chaudes de l'estuaire moyen et du Saguenay dans la zone de remontée d'eaux profondes crée des fronts bien distincts à la surface de l'eau à toutes les phases de la marée (Ingram, 1985; Marchand, 1997).

3.3.2. Upwelling le long de la rive nord de l'estuaire

Des vents intenses du nord-ouest engendrent des remontées d'eaux profondes le long de la rive nord de l'estuaire, en repoussant les eaux de surface littorales vers le large (Bousfield *et al.*, 1982; Lavoie *et al.*, 1996). De telles remontées sont susceptibles de se produire partout le long de la rive nord entre Baie-Saint-Paul et Pointe-des-Monts. Contrairement aux remontées d'eaux profondes observées à la tête du chenal Laurentien, ce phénomène n'est pas cyclique. Il s'agit cependant d'un phénomène à récurrence élevée le long de la rive nord de l'estuaire maritime (Simard *et al.*, 1986; Lavoie *et al.*, 1996).

3.4. CIRCULATION ET CARACTÉRISTIQUES DES EAUX SUPERFICIELLES

3.4.1. Température et salinité

Les **Cartes 2** et **3** présentent la distribution typique de la température et de la salinité des eaux superficielles dans la zone d'étude en été (fin juillet/début août) lors des marées de vives-eaux.

Estuaire moyen. Le patron de distribution de la température et de la salinité dans l'estuaire moyen met en évidence : 1) le mélange progressif des eaux douces et chaudes du fleuve avec les eaux salées et froides; 2) le transport préférentiel des eaux douces du fleuve Saint-Laurent le long de la rive sud de l'estuaire moyen; 3) l'entrée préférentielle dans l'estuaire moyen du courant compensatoire d'eaux salées en provenance de l'estuaire maritime le long de la rive nord et 4) la présence d'un front permanent entre l'île aux Coudres et la pointe aux Orignaux.

Estuaire maritime. Les **Cartes 2** et **3** mettent en évidence : 1) le cœur de la zone de remontée d'eaux profondes à la tête du chenal Laurentien, au large de Tadoussac; 2) le transport préférentiel des eaux mélangées à la tête du chenal Laurentien le long de la rive sud jusqu'au large de Rimouski; 3) un courant transversal dirigé vers la rive nord à la hauteur de Rimouski; 4) la remontée d'eaux profondes le long de la rive nord et 5) la présence d'eaux moins salées et plus chaudes dans la partie aval de l'estuaire maritime associée au panache des grandes rivières de la Côte-Nord (Betsiamites, aux Outardes et Manicouagan).

Les **Cartes 2** et **3** sont représentatives de la situation lors des marées de vives-eaux et des périodes de vents intenses de l'ouest. En marées de mortes-eaux, les isothermes et isohalines dans l'estuaire moyen se déplacent vers l'aval d'une trentaine de kilomètres. La température des eaux de surface du chenal du Nord et de l'ensemble de la partie amont de l'estuaire maritime est alors moins froide et des eaux relativement chaudes et saumâtres provenant de la partie aval de l'estuaire maritime remontent le long de la rive nord de l'estuaire maritime (Lavoie *et al.*, 1996).

Saguenay. Dans le Saguenay, le gradient amont aval des caractéristiques des eaux de surface est moins prononcé que dans l'estuaire moyen. À marée basse, les eaux chaudes du Saguenay forment un panache dans la zone de remontée d'eaux profondes à la tête du chenal Laurentien (Lavoie *et al.*, 1996).

3.4.2. Circulation nette

La **Carte 4** présente le patron de circulation nette des eaux de surface dans la zone d'étude en été. Cette circulation correspond au déplacement net de la masse d'eau après avoir intégré les courants sur plusieurs cycles de marée.

Estuaire moyen. La circulation nette des eaux superficielles est dirigée vers l'aval partout dans l'estuaire moyen à l'exception de la présence d'un tourbillon au large de Saint-Denis-de-Kamouraska. Ce tourbillon contribue à la formation d'un front permanent de température, de salinité et de turbidité qui, en été, traverse l'estuaire entre la pointe aux Orignaux et l'île aux Coudres (d'Anglejan, 1981). La circulation, qui est concentrée le long de la rive sud dans la partie amont de l'estuaire moyen, est déviée vers le chenal du Nord à la hauteur de Kamouraska en raison de la faible profondeur du chenal du Sud en aval de cette localité.

Estuaire maritime. Dans la partie amont de l'estuaire maritime, la sortie de l'eau est concentrée dans le jet côtier situé le long de la rive sud entre l'Isle-Verte et l'île du Bic. À la hauteur de cette île, une partie des eaux de décharge traversent l'estuaire pour continuer de s'écouler vers l'aval le long de la rive nord tandis que l'autre partie continue son parcours vers le golfe le long de la rive sud. On notera aussi la présence d'un tourbillon antihoraire le long de la rive nord entre Les Escoumins et Sainte-Anne-de-Portneuf qui recycle une partie de ces eaux de surface vers l'amont. Ce patron est plus représentatif des marées de vives-eaux. En effet, en marées de mortes-eaux, les eaux chaudes (13 - 17 °C) et moins salées (salinité < 28) de la partie aval de l'estuaire maritime peuvent remonter le long de la rive nord jusque dans le secteur de Grandes-Bergeronnes (Lavoie *et al.*, 1996).

Fjord du Saguenay. La circulation nette des eaux de surface est dirigée vers l'aval partout dans le fjord du Saguenay.

3.4.3. Courants de marées

À la circulation nette décrite à la section précédente, s'ajoute le va-et-vient créé par les marées. Ce va-et-vient est surtout important dans l'estuaire moyen où les masses d'eau peuvent être déplacées le long de l'axe longitudinal de l'estuaire sur une distance de 10 à 20 km entre l'étalement de marée haute et l'étalement de marée basse (excursion des marées) (Laprise et Dodson, 1993). Dans l'estuaire maritime et le fjord du Saguenay, l'excursion des marées et les courants de marées sont beaucoup moins importants parce que ces bassins sont beaucoup plus profonds.

Règle générale, les courants de marées atteignent leur intensité maximale durant le jusant (marée baissante), dans les eaux superficielles, au niveau des seuils et des étranglements importants dans les chenaux. Ainsi, les secteurs caractérisés par les courants de marée les plus intenses dans la zone d'étude sont les environs de l'île Rouge, l'embouchure du Saguenay et le chenal de l'île aux Coudres (Figure 5).

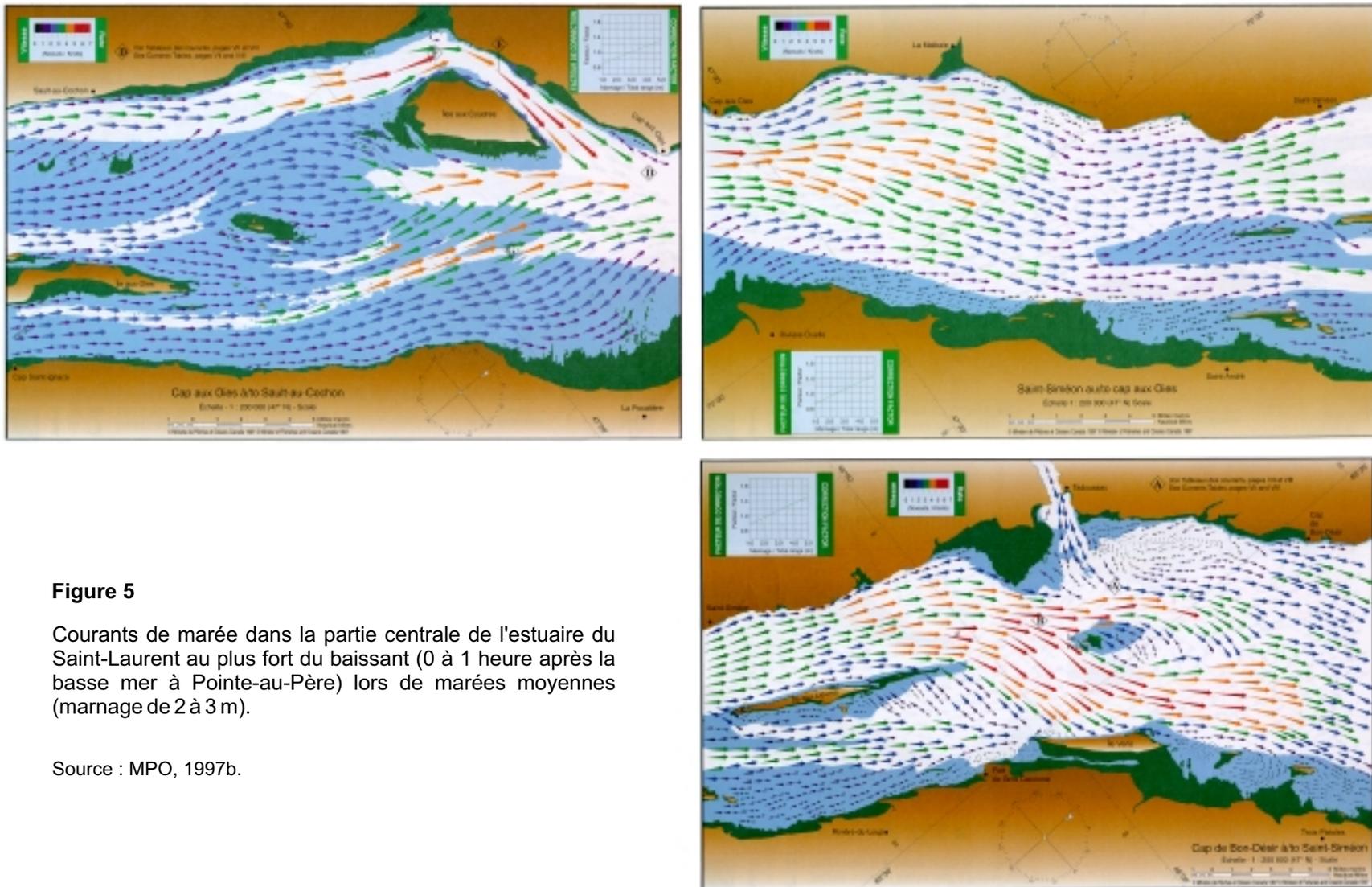


Figure 5

Courants de marée dans la partie centrale de l'estuaire du Saint-Laurent au plus fort du baissant (0 à 1 heure après la basse mer à Pointe-au-Père) lors de marées moyennes (marnage de 2 à 3 m).

Source : MPO, 1997b.

3.4.4. Régime des glaces

Estuaire. Les glaces dans l'estuaire proviennent de deux sources: la glace formée sur place et les glaces dérivantes qui proviennent du fleuve. En général, la glace commence à se former le long des rives abritées des vagues à la fin de novembre. L'englacement progresse de l'amont vers l'aval et commence environ deux semaines plus tôt sur la rive sud que sur la rive nord. Entre décembre et mars, une banquise côtière recouvre complètement les zones intertidales le long de la rive sud alors que la rive nord est plus dégagée. La banquise est attachée à la rive par un pied de glace et flotte librement au-dessus des eaux peu profondes (El-Sabh, 1979).

Par ailleurs, les glaces dérivantes circulent préférentiellement le long de la banquise de la rive sud sous la poussée de vents dominants de l'ouest (Neu, 1970; El-Sabh, 1979). La zone de remontée d'eaux profondes à la tête du chenal Laurentien est généralement libre de glaces pendant tout l'hiver.

Le désenglacement de l'estuaire débute en mars, principalement lors des grandes marées d'équinoxe. Il débute plus tôt sur la rive nord que sur la rive sud et progresse de l'aval vers l'amont (El-Sabh, 1979).

Saguenay. En hiver, les 140 à 150 km supérieurs du fjord du Saguenay seraient complètement recouvert d'une couche continue de glace si ce n'était des brise-glace qui ouvrent un étroit chenal de navigation au centre du fjord chaque hiver. La banquise n'est pas attachée aux rives et suit les variations du niveau de l'eau. Les 20 - 30 km inférieurs du fjord sont généralement libres de glace. D'autres zones libres de glace sont parfois retrouvées dans l'embouchure des rivières (Fortin et Pelletier, 1995). Les dates médianes d'englacement et de désenglacement du Saguenay ne sont pas disponibles.

3.4.5. Vagues

En général, les vagues ne sont jamais très grandes dans la zone d'étude si on compare cette dernière aux côtes de la Gaspésie et des îles-de-la-Madeleine. Dans la zone d'étude, la hauteur des vagues atteint un maximum dans l'estuaire maritime, en décembre avant la formation des glaces, sur les côtes non abritées par des îles ou des caps. Le pourcentage des vagues qui ont plus de 2 m de hauteur est généralement inférieur à 10 p. cent dans l'estuaire maritime, inférieur à 5 p. cent dans l'estuaire moyen (Vigeant, 1984) et probablement beaucoup plus bas encore dans le fjord du Saguenay (les données pour le Saguenay ne sont pas disponibles).

3.5. CIRCULATION NETTE DES EAUX PROFONDES

Estuaire moyen. Dans l'estuaire moyen, la circulation nette des eaux profondes en été est dirigée vers l'amont. La profondeur de mouvement net nul se situe à environ 20 m (Fortier et Leggett, 1982; Dodson *et al.*, 1989) ce qui signifie que les eaux profondes remontent l'estuaire moyen principalement dans le chenal du Nord. Dans le chenal du Sud, on retrouve un seuil à 13 m de la surface près des îles Pèlerins et le transport vers l'amont d'eaux salées en profondeur est plus limité (Henri *et al.*, 1985).

Estuaire maritime. La circulation de la couche intermédiaire froide dans la partie amont de l'estuaire maritime est dirigée vers l'amont le long de la rive nord, vers la rive sud à la tête du chenal, et vers l'aval le long du talus sud du chenal (Simard *et al.*, 1986).

Fjord du Saguenay. Les eaux profondes du fjord se déplacent aussi vers l'amont. Cependant, le transport vers l'amont de ces eaux est beaucoup moins rapide que celui des eaux de la couche intermédiaire froide dans l'estuaire maritime en raison des quantités relativement faibles d'eaux salées transportées vers l'estuaire par la couche de surface du fjord (Drainville, 1968). Les eaux profondes remontent jusque dans la région de Saint-Fulgence, approximativement à l'endroit où le fond remonte jusqu'à 20 m de la surface (Lesueur, 1996). Lors de leur transport vers l'amont, elles perdent une partie de leur teneur en oxygène dissous en raison de la production biologique dans la colonne d'eau et dans les sédiments (Drainville, 1968).

Au large de Tadoussac, l'entrée des eaux de la couche intermédiaire froide de l'estuaire par dessus le seuil externe du fjord se fait lors des marées montantes. De l'autre côté du seuil, dans le bassin inférieur du fjord, ces eaux replongent rapidement vers le fond et créent une forte turbulence près du fond de ce bassin (Siebert *et al.*, 1979; Schafer *et al.*, 1990).

4. SÉDIMENTOLOGIE

4.1. RÉGIME SÉDIMENTAIRE

Estuaire. Le transport et le dépôt des sédiments est un phénomène complexe et dynamique qui fait intervenir la vitesse des courants et la taille des particules. La Figure 6 résume l'état actuel des connaissances sur le bilan sédimentaire de l'estuaire du Saint-Laurent et du fjord du Saguenay. Les points saillants de ce bilan sont les suivants :

- le fleuve Saint-Laurent est la principale source des matières en suspension (MES) retrouvées dans l'estuaire du Saint-Laurent. On évalue sa charge sédimentaire entre 6,5 et 7,0 millions de tonnes par année. Près de 70 p. 100 de cette charge entre dans l'estuaire moyen lors de la crue printanière (Soucy *et al.*, 1976);
- une autre source importante de MES dans l'estuaire maritime est la floraison estivale du phytoplancton;
- il ne semble pas exister de zone importante de sédimentation à long terme (dépôt permanent) de MES dans l'estuaire moyen. On présume donc que la quasi-totalité des MES introduites par le fleuve est éventuellement transportée jusque dans l'estuaire maritime (Lucotte, 1989);
- dans la partie amont de l'estuaire moyen, en dehors de la zone d'étude, 4,5 à 6,0 millions de tonnes de MES sont temporairement retenues sur les battures et dans la colonne d'eau pendant l'été et l'automne. La rétention des MES dans la colonne d'eau de ce secteur engendre la formation d'un bouchon de turbidité (ou zone de turbidité maximale) où la concentration des MES peut atteindre $400 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$. Pendant l'été, ces MES ne sont que graduellement relâchées vers la zone d'étude. De l'automne à la fin de la crue printanière, l'ensemble des MES sur les battures et dans la colonne d'eau du bouchon de turbidité sont expulsées vers l'estuaire maritime (Lucotte, 1989);

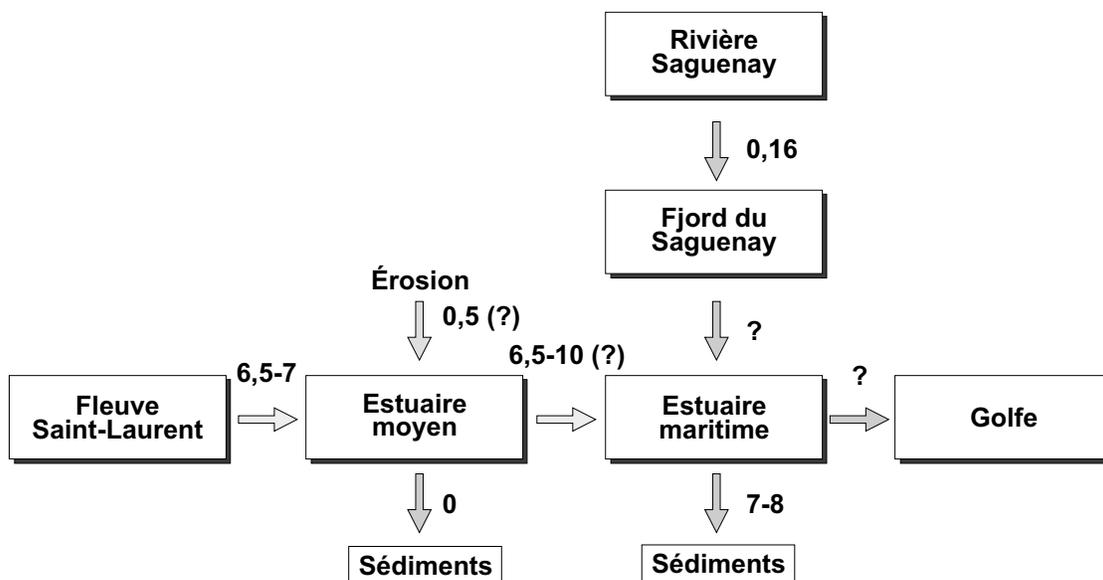


Figure 6

Flux approximatif des matières en suspension (en millions de tonnes par année) dans la zone d'étude (? : Aucune donnée ou information à confirmer).

Sources : Loring et Nota, 1973; Lucotte, 1989; d'Anglejan, 1990; Silverberg et Sundby, 1990; Lucotte *et al.*, 1991.

- dans l'estuaire maritime, une grande partie (environ 70 p. 100) des MES en provenance de l'estuaire moyen et du Saguenay se déposent sur le fond du chenal Laurentien avec des MES produites sur place (floraison phytoplanctonique principalement) et des MES provenant du golfe et transportées dans la zone d'étude dans les couches d'eau intermédiaire et profonde du chenal Laurentien. Le taux de sédimentation moyen sur le fond du chenal entre Tadoussac et Pointe-des-Monts est évalué à $0,50 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$ et a atteint un maximum de $2,8 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$ en juillet 1981 au large de Rimouski (Silverberg et Sundby, 1990). On estime qu'environ 7 – 8 millions de tonnes de MES par année sédimentent en permanence dans l'estuaire maritime, principalement dans le tronçon central de ce dernier.

Fjord du Saguenay. La principale source de MES dans le fjord du Saguenay est la rivière Saguenay ($160 \times 10^3 \text{ t}$ de MES par année) (Loring et Nota, 1973). Une partie importante des MES transportées par la rivière se dépose à la tête du fjord dans la région de Saint-Fulgence. Le taux de sédimentation dans ce secteur est de l'ordre de 10 cm par année et a déjà atteint 1 m à la suite de glissements de terrains importants survenus au cours du 20^{ième} siècle dans le bassin du moyen-Saguenay (Saint-Jean-Vianney en 1970 et Kénogami en 1924). Le taux de sédimentation diminue rapidement en se dirigeant vers l'aval du fjord et n'est plus que de 0,1 à 0,2 cm par an sur le fond du bassin inférieur (Schafer *et al.*, 1990).

4.2. DISTRIBUTION DES SÉDIMENTS EN SUSPENSION

La **Carte 5** présente la distribution des sédiments en suspension dans les eaux superficielles. En général, les secteurs les plus turbides sont situés à la tête du fjord du Saguenay ($10 - 20 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$) et dans la baie Sainte-Anne ($> 50 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$). Le secteur le moins turbide ($< 1 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$) est situé au coeur de la zone de remontées d'eaux profondes au large de Tadoussac.

4.3. DISTRIBUTION DES SÉDIMENTS SUR LE FOND

La **Carte 6** présente la granulométrie des sédiments sur le fond de la zone d'étude.

Estuaire moyen. En raison des courants de marée intenses dans ce secteur, le fond de la partie aval de l'estuaire moyen est principalement constitué de sable, de gravier ou de roche en place. Des dépôts temporaires de vases instables sont retrouvés dans la baie Sainte-Anne. Plus en aval, on retrouve des dépôts de vase sableuse plus épais et plus stables au large de Kamouraska. Ces sédiments se déposent temporairement dans cette zone en raison d'une réduction de l'intensité des courants durant une partie de l'année. Le taux de sédimentation à long terme sur ces dépôts est cependant très faible. Enfin, le fond de la fosse de Saint-Irénée est recouvert d'un mélange de sable et de vase constamment remanié par les courants de marée (d'Anglejan, 1990).

Estuaire maritime. Dans l'estuaire maritime, la taille des particules dans les sédiments diminue avec la profondeur et en s'éloignant de la tête du chenal Laurentien. Les fonds de moins de 100 m de profondeur sont recouverts de sable, de gravier ou encore sont constitués par la roche mère ; ceux entre 100 et 200 m de profondeur sont recouverts de vase très sableuse et ceux du fond du chenal ($> 200 \text{ m}$), de vase sableuse ou de vase pure (Loring et Nota, 1973).

Fjord du Saguenay. Le fond de la baie des Ha ! Ha ! et du bras nord du fjord sont recouverts de vases sableuses alors que le fond du bassin supérieur est recouvert de vase pure. Le secteur des deux seuils internes est recouvert de vase très sableuse alors que le fond du bassin inférieur est constitué de sable et de gravier (Loring et Bewers, 1979).

5. PRODUCTION PRIMAIRE (PHYTOPLANCTON)

5.1. DISTRIBUTION DES SELS NUTRITIFS

Les sels nutritifs (nitrates, phosphates et silicates) dissous dans l'eau, particulièrement les nitrates, sont un des principaux facteurs environnementaux qui contrôle l'abondance et le taux de production du phytoplancton (production primaire). Règle générale en été, la concentration de nitrates dans la couche d'eau superficielle est directement proportionnelle à la salinité de l'eau. En effet, la production primaire dans la couche d'eau superficielle épuise rapidement les nitrates qui y sont présents lorsque ceux-ci ne sont pas continuellement renouvelés. Or, le principal mécanisme de renouvellement de ce sel dans les eaux superficielles de la zone d'étude sont les remontées d'eaux profondes et le mélange intensif de ces eaux salées et riches en nitrates avec les eaux superficielles (Therriault et Lacroix, 1976; Therriault *et al.*, 1990).

Les concentrations de nitrates en été sont élevées dans l'ensemble de l'estuaire en raison des remontées d'eaux profondes à la tête du chenal Laurentien et le long de la rive nord et du mélange intensif des eaux douces et des eaux salées dans l'estuaire moyen. Ces conditions favorisent la production primaire. Par ailleurs, dans le fjord du Saguenay, les concentrations de nitrates sont peu élevées dans la couche superficielle en raison du mélange limité des eaux superficielles avec les eaux profondes (Greisman et Ingram, 1977; Coté et Lacroix, 1982; Therriault *et al.*, 1990).

5.2. PRODUCTION PRIMAIRE

La production primaire (quantité de phytoplancton produite par unité de temps) est un meilleur indicateur de la productivité d'un écosystème que la biomasse phytoplanctonique parce que cette biomasse est rapidement consommée au fur et à mesure qu'elle est produite.

La zone d'étude peut être subdivisée en cinq secteurs distincts du point de vue de la production primaire :

- la partie aval de l'estuaire moyen;
- la partie sud-ouest de l'estuaire maritime;
- la partie nord-ouest de l'estuaire maritime;
- la partie aval de l'estuaire maritime;
- le fjord du Saguenay.

Partie aval de l'estuaire moyen. La production primaire dans ce secteur est faible ($< 2 \text{ mgC}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}$). Le développement du phytoplancton y est limité par la turbidité élevée de l'eau et le mélange vertical intensif généré par les marées qui font que les cellules phytoplanctoniques passent la majeure partie du temps sous la couche photique. Le phytoplancton de ce secteur est largement dominé par de petites cellules flagellées alors que

les diatomées sont peu abondantes et représentées par des espèces euryhalines provenant de l'estuaire maritime (Mousseau *et al.*, 1998).

Partie sud-ouest de l'estuaire maritime. Ce secteur situé le long de la rive sud de l'estuaire est caractérisé par une faible production primaire ($< 50 \text{ gC}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{an}^{-1}$). Les eaux de ce secteur proviennent du mélange des eaux saumâtres de l'estuaire moyen et du Saguenay avec les eaux de la couche intermédiaire. Bien que riches en sels nutritifs, elles sont turbides, froides et instables, donc moins propices à la floraison du phytoplancton (Therriault et Levasseur, 1985; Therriault *et al.*, 1990).

Partie nord-ouest de l'estuaire maritime. Ce secteur situé le long de la rive nord est caractérisé par une production primaire élevée ($75 - 150 \text{ gC}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{an}^{-1}$). Les eaux de surface y sont plus salées et plus riches en sels nutritifs qu'ailleurs dans la zone d'étude. La stratification de la colonne d'eau a lieu lors des marées de mortes-eaux lorsque l'intensité des remontées d'eaux profondes est moins grande et qu'il y a une advection épisodique d'eaux plus chaudes en provenance de la partie aval de l'estuaire (Therriault et Levasseur, 1985; Therriault *et al.*, 1990; Lavoie *et al.*, 1996).

Partie aval de l'estuaire maritime. La partie de l'estuaire située en aval de Betsiamites—Sainte-Flavie est caractérisée par une production primaire élevée ($> 100 \text{ gC}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{an}^{-1}$). Cette productivité relativement élevée est attribuable à la grande stabilité des eaux superficielles de ce secteur en été et de leur enrichissement continu en sels nutritifs par le transport des eaux superficielles de l'amont (Therriault et Levasseur, 1985; Therriault *et al.*, 1990).

La floraison du phytoplancton dans l'estuaire maritime est retardée par rapport à ce qui est observé dans le golfe du Saint-Laurent en raison de la crue printanière qui empêche l'inoculation des cellules nécessaires au démarrage de la floraison dans la couche d'eau superficielle. Au lieu de débuter en avril comme dans le golfe, la floraison des diatomées dans l'estuaire maritime débute généralement à la mi-juin. Par contre, contrairement à ce qu'on observe dans le golfe, la production primaire dans l'estuaire maritime demeure élevée jusqu'en septembre (Plourde et Runge, 1993).

Fjord du Saguenay. La production primaire dans le fjord est très faible ($< 50 \text{ gC}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{an}^{-1}$) en raison de la turbidité élevée de l'eau et du faible taux de renouvellement des sels nutritifs dans la couche superficielle. De plus, la faible production locale est rapidement exportée vers l'estuaire (Coté et Lacroix, 1982). En fait, la biomasse phytoplanctonique dans le fjord est maximale sous la thermohalocline. Or, le phytoplancton retrouvé dans la couche profonde du fjord provient de l'estuaire maritime (Therriault et Lacroix, 1975).

6. HABITATS PÉLAGIQUES

La zone d'étude a été subdivisée en deux grandes catégories d'habitats pélagiques ([Carte 7](#)):

- les habitats peu profonds;
- les habitats profonds.

6.1. HABITATS PÉLAGIQUES PEU PROFONDS

Les habitats pélagiques peu profonds correspondent à la colonne d'eau dans les embouchures de rivière, dans les baies et près des rives sur les côtes rectilignes. Ces milieux ont reçu peu d'attention de la part de la communauté scientifique jusqu'au début des années 1990. Les données disponibles montrent qu'ils constituent des habitats très différents de ceux retrouvés en eau profonde. Par contre, la frontière entre ce type d'habitat et les habitats pélagiques profonds ne peut être établie avec précision pour plusieurs raisons. D'abord, aucune étude n'a tenté un tel exercice à ce jour. Par ailleurs, une telle frontière ne peut être que diffuse et extrêmement variable sur le plan spatial et temporel en réponse à la multitude de facteurs en jeu (débits d'eau douce, marées, conditions météorologiques, etc.).

Zones littorales. La colonne d'eau accolée à la rive le long des segments rectilignes de côte constitue un premier type d'habitat pélagique peu profond. Ce type d'habitat n'a été caractérisé que dans l'estuaire maritime. Dans ce secteur, la colonne d'eau est caractérisée par une température plus élevée qu'au large (Lavoie *et al.*, 1996). Dans la région de Rimouski, la communauté zooplanctonique de ce type d'habitat est dominée par deux espèces de copépodes (*Acartia longiremis* et *Eurytemora* sp.) et des larves d'organismes benthiques (polychètes, échinodermes et mollusques) (Archambault *et al.*, 1998). Cette communauté est très différente de celle retrouvée plus au large qui est dominée par des copépodes de grande taille du genre *Calanus* et par les euphausides; elle ressemble plus à celle retrouvée dans les eaux saumâtres profondes de la partie amont de la zone d'étude (voir l'item 6.2.).

Baies. Dans le présent rapport, on entend par «baie» tout plan d'eau situé dans un rentrant de la côte qui n'est pas exondé à marée basse et qui ne reçoit pas directement les eaux douces d'un cours d'eau important. Ce type d'habitat n'a été étudié que sur la rive sud de l'estuaire maritime.

La principale caractéristique qui distingue ce type d'habitat pélagique peu profond du précédent est la présence d'un patron de circulation de l'eau qui favorise la rétention du plancton. Il en résulte que la quantité de zooplancton dans les baies est généralement plus élevée que le long des côtes rectilignes. La composition de la communauté planctonique de cet habitat est cependant similaire à celles retrouvée dans les zones littorales (Archambault *et al.*, 1998; Archambault et Bourget, 1999; Bang *et al.*, sous-presse).

Embouchures de rivière. Les caractéristiques qui distinguent ce type d'habitat des autres habitats peu profonds est la présence d'eaux saumâtres et la formation d'un coin salé formé par la rencontre des eaux douces avec les eaux salées. Ces habitats sont critiques pour plusieurs espèces de poissons anadromes (Saumon de l'Atlantique, Omble de fontaine, Éperlan arc-en-ciel), pour l'Anguille d'Amérique et certains poissons d'eau douce (le Meunier rouge notamment) à différents stades de leur développement. Ce type d'habitat serait aussi important pour le Béluga. Une description plus détaillée de ces habitats est présentée à la section 5 du Chapitre 7.

6.2. HABITATS PÉLAGIQUES PROFONDS

La zone d'étude a été subdivisée en 13 habitats pélagiques distincts en fonction des principales discontinuités retrouvées dans les caractéristiques océanographiques de l'estuaire du Saint-Laurent et du fjord du Saguenay (Carte 7). Les limites des habitats sont approximatives et se déplacent avec les variations de l'amplitude des marées et de l'importance des apports d'eau douce. La Carte 7 est représentative de la situation au milieu de l'été (fin juillet / début août) et en marées de vives-eaux. Certaines des caractéristiques physiques, chimiques et biologiques des 13 habitats sont présentées au Tableau 5. L'absence de données adéquates permettant de caractériser les communautés ichthyennes pélagiques de la plupart de ces habitats constitue une des principales lacunes dans les connaissances.

- I. **Estuaire moyen mésohalin.** Les eaux de cet habitat sont bien mélangées de la surface jusqu'au fond par les intenses courants de marées. En été, les eaux sont relativement chaudes (12 à 20 °C), peu salées (salinité de 10 à 18) et turbides (10 – 100 mg•l⁻¹). Il s'agit de l'habitat pélagique le moins productif de l'estuaire avec une production primaire très faible et une faible abondance de zooplancton dominé par deux espèces typiquement estuariennes (le copépode *Eurytemora affinis* et la mysidacée *Neomysis americana*) qui sont beaucoup plus abondantes dans la partie amont de l'estuaire moyen, hors de la zone d'étude (Bousfield *et al.*, 1982; Runge et Simard, 1990; Laprise et Dodson, 1994). La communauté ichthyenne de cet habitat n'est pas bien documentée. Des données fragmentaires indiquent que les espèces dominantes seraient le Poulamon atlantique, l'Éperlan arc-en-ciel et le Gaspereau (Laprise, 1993). Cet habitat ne constitue pas une aire d'alevinage importante pour le Poulamon atlantique et l'Éperlan arc-en-ciel comme c'est le cas du secteur situé plus en amont, hors de la zone d'étude, et du Hareng atlantique, dont les juvéniles sont surtout retrouvés dans la partie aval de l'estuaire moyen (habitats II à V) (Fortier et Gagné, 1990; Laprise et Dodson, 1993). Le seul mammifère marin qui fréquente régulièrement cet habitat est le Béluga. On n'y retrouve pas d'aires d'alimentation des oiseaux pélagiques (Mousseau *et al.*, 1998). Par contre, le Béluga fréquente intensivement le chenal du Sud dans ce secteur pendant l'été.

- II. **Fosse de Saint-Irénée.** Cet habitat profond (jusqu'à 85 m de profondeur) est caractérisé par une stratification plus importante de la colonne d'eau avec des eaux saumâtres (salinité de 18 à 22) et relativement chaudes (maximum de 7 – 12 °C) en surface et des eaux marines (salinité de 28 à 30) et froides (2 – 5 °C) en profondeur. On retrouve dans cette fosse des biomasses élevées de deux espèces de copépodes typiquement côtiers qui s'y reproduisent activement (*Acartia longiremis* et *Eurytemora herdmani*) et de deux espèces marines dont les stades juvéniles avancés ou les adultes sont transportés de l'estuaire maritime jusque dans ce secteur dans la couche d'eau profonde (*Calanus finmarchicus* et *Calanus hyperboreus*) (Bousfield *et al.*, 1982; Fortier et Gagné, 1990; Runge et Simard, 1990). La communauté ichthyenne pélagique de cet habitat serait dominée par le Hareng atlantique (juvéniles), l'Éperlan arc-en-ciel (adultes), le Poulamon atlantique (adultes) et les épinoches (Laprise, 1993). Une des aires les plus fréquentées par le Béluga pendant l'été est située dans cet habitat. Par contre, on n'y a pas inventorié d'aires d'alimentation des oiseaux pélagiques (Mousseau *et al.*, 1998).

Tableau 5
Caractéristiques des différents habitats pélagiques de la zone d'étude en été (août).

| N° | Secteur | Profondeur max. (m) | Température de l'eau (°C) | | Salinité de l'eau | | Turbidité (mg·l ⁻¹) | Vitesse des courants de marée | Degré de stratification (stabilité des eaux de surface) | Production primaire | Abondance de zooplancton | Espèces zooplanctoniques dominantes en nombre (N) et en biomasse (B) | Poissons pélagiques dominants (juvéniles ou adultes) | Mammifères marins fréquentant intensivement l'habitat | Oiseaux marins utilisant intensivement l'habitat |
|------|---|---------------------|---------------------------|--------|-------------------|---------|---------------------------------|-------------------------------|---|---------------------|---|--|--|--|--|
| | | | Surface | Fond | Surface | Fond | | | | | | | | | |
| I | Estuaire moyen mésohalin | 25 | 12 – 20 | 6 – 10 | 8 – 18 | 18 – 28 | 10 – 100 | Très élevée | Très faible | Très faible | Très faible | <i>Eurytemora affinis</i> (N) <i>Neomysis americana</i> (B) | Poulamon atlantique Éperlan arc-en-ciel Gaspereau | Béluga | Aucun |
| II | Fosse de Saint-Irénée | 85 | 7 – 12 | 2 – 5 | 18 – 22 | 28 – 30 | 1 – 10 | Élevée | Moyenne | Très faible | Élevée | <i>Acartia longiremis</i> (N) <i>Eurytemora herdmani</i> (N) | Poulamon atlantique ? Éperlan arc-en-ciel ? Hareng atlantique ? Épinoches ? | Béluga | Aucun |
| III | Chenal Sud-amont | 40 | 10 – 13 | ? | 18 – 22 | ? | 5 – 10 | Faible | Faible | Faible | Moyenne | <i>Calanus finmarchicus</i> (B) <i>Mysis litoralis</i> (B) <i>A. longiremis</i> (N) <i>E. herdmani</i> (N) <i>C. hyperboreus</i> (B) | Poulamon atlantique ? Éperlan arc-en-ciel ? Capelan ? Hareng atlantique ? | Béluga | Aucun |
| IV | Fosse principale du chenal Nord | 183 | 5 – 7 | 2 – 3 | 22 – 28 | 30 – 31 | 1 – 10 | Élevée | Moyenne | Faible | Moyenne | <i>A. longiremis</i> (n) <i>C. finmarchicus</i> (B) <i>M. litoralis</i> (B) | Hareng atlantique Éperlan arc-en-ciel ? Capelan ? | Béluga, Petit Rorqual | Aucun |
| V | Chenal Sud-aval | 40 | 5 – 10 | ? | 22 – 28 | ? | 1 – 10 | Élevée | Très faible | Faible | Moyenne | <i>A. longiremis</i> (N, B) <i>E. herdmani</i> (N) | Hareng atlantique Capelan ? Éperlan arc-en-ciel ? | Béluga | Fou de Bassan, Petit Pingouin, Mouette tridactyle |
| VI | Tête du chenal Laurentien | 200 | 1 – 5 | 2 – 5 | 28 – 32 | 31 – 33 | < 0,1 | Très élevée | Très faible | Élevée | Variable Vives-eaux : élevée mortes-eaux : faible | <i>C. finmarchicus</i> (N, B) <i>T. raschi</i> | Capelan | Béluga, Petit Rorqual, Rorqual commun | Mouette tridactyle, Goéland argenté, Canard kakawi |
| VII | Jet côtier de la rive sud | 100 | 3 – 14 | -1 à 2 | 28 – 30 | 28 – 32 | 1 – 3 | Élevée | Faible | Faible | Faible | ? | Hareng atlantique | Aucun | Fou de Bassan |
| VIII | Zone centrale du chenal Laurentien | 300 | 7 – 12 | 4 – 5 | 28 – 29 | > 34 | 3 – 5 | Faible | Moyenne | Élevée | Faible | <i>C. finmarchicus</i> (N, B) | ? | Béluga, Rorqual bleu | Aucun |
| IX | Zone de remontée d'eau profonde | 200 | 4 – 7 | -1 à 4 | 28 – 30 | 29 – 33 | < 1,0 | Moyenne | Faible | Faible | Élevée | <i>Euphausides</i> (B) <i>C. finmarchicus</i> (N) | Capelan | Béluga, Petit Rorqual, Rorqual commun, Rorqual bleu, Phoque du Groenland | Aucun |
| X | Panache des rivières de la Côte-Nord | 350 | 7 – 14 | 4 – 5 | 26 – 28 | 29 – 34 | 1 – 3 | Faible | Élevée | Très élevée | Élevée | <i>C. finmarchicus</i> (N, B) | Capelan, Hareng atlantique, Maquereau bleu | ? | Aucun |
| XI | Bassin inférieur du Saguenay | 250 | 3 – 6 | 2 – 3 | 10 – 27 | 29 – 30 | 0,5 – 1 | Élevée | Faible | Faible | Très élevée | <i>A. longiremis</i> (N) <i>M. litoralis</i> (B) | Capelan | Béluga, Petit Rorqual | Aucun |
| XII | Eaux superficielles du bassin supérieur du Saguenay | 15 | 6 – 10 | 6 | 5 – 10 | 25 | 2 – 10 | Faible | Très forte | Très faible | Faible | <i>A. longiremis</i> (N) <i>E. herdmani</i> (N) | Éperlan arc-en-ciel, Hareng atlantique | Aucun | Aucun |
| XIII | Eaux profondes du bassin supérieur du Saguenay | 273 | 6 | 1 – 2 | 25 | 29 – 31 | < 0,5 | Faible | n/a | n/a | Élevée | <i>Microcalanus</i> sp. (N) <i>Oncaea borealis</i> (N) <i>Boreomysis nobilis</i> (B) | Aucun | Aucun | Aucun |

n/a : non applicable; ? : Aucune donnée ou information à confirmer

Sources : Fortin et Pelletier, 1995; Mousseau et Armellin, 1995; Fortin *et al.*, 1996; Lavoie *et al.*, 1996; Mousseau et Armellin, 1996; Marchand, 1997; Gagnon *et al.*, 1998; Ménard, 1998; Mousseau *et al.*, 1998.

- III. Chenal Sud-amont.** Cet habitat est caractérisé par la présence d'un tourbillon qui favoriserait la rétention du zooplancton. On y retrouve des biomasses élevées de copépodes côtiers (*A. longiremis*, *E. herdmani*) et marins (*C. finmarchicus* et *C. hyperboreus*) (Bousfield *et al.*, 1982). La communauté ichthyenne pélagique de cet habitat serait similaire à celle de la fosse de Saint-Irénée. On y retrouve deux aires fréquentées intensivement par le Béluga en été. Il est cependant peu utilisé par les oiseaux pélagiques (Mousseau *et al.*, 1998).
- IV. Fosse principale du chenal Nord.** Cet habitat profond (jusqu'à 183 m) est un des moins bien documentés de la zone d'étude. On y retrouve des biomasses de zooplancton moins élevées que plus en amont (fosse de Saint-Irénée) (Bousfield *et al.*, 1982; Fortier et Gagné, 1990). Sa communauté ichthyenne n'a jamais été étudiée. On y retrouve cinq aires fréquentées intensivement par le Béluga en été. Cette zone est aussi fréquentée occasionnellement par le Petit Rorqual. Par contre, aucune aire importante pour l'alimentation des oiseaux pélagiques n'y a été inventoriée (Mousseau *et al.*, 1998).
- V. Chenal Sud-aval.** La partie aval du chenal du Sud constitue une aire importante pour la reproduction du Hareng atlantique. On retrouve à proximité la seule frayère connue de cette espèce dans la zone d'étude (pointe ouest de l'île aux Lièvres). Les larves issues de cette frayère et probablement d'autres frayères situées dans le secteur sont en partie retenues dans cet habitat et s'y développent au moins jusqu'au début de l'hiver (Fortier et Gagné, 1990). Les communautés zooplanctoniques et ichthyennes de cet habitat sont peu documentées. On y retrouve trois aires fréquentées intensivement par le béluga en été et des aires d'alimentation importantes pour les oiseaux pélagiques (Mousseau *et al.*, 1998).
- VI. Tête du chenal Laurentien.** Le cœur de la zone d'étude est le site de remontées d'eaux profondes et du mélange intensif de ces eaux avec les eaux de surface de l'estuaire moyen et du fjord du Saguenay. Cet habitat est caractérisé par des eaux plus froides, plus salées et moins turbides qu'ailleurs dans la zone d'étude et la formation de fronts entre cette masse d'eau froide et salée et les masses d'eau chaudes et saumâtres de l'estuaire moyen et du Saguenay. La communauté zooplanctonique de cet habitat est dominée par les espèces caractéristiques de la couche intermédiaire froide de l'estuaire maritime (le copépode *Calanus finmarchicus* et l'euphauside *Thysanoessa raschi*) (Marchand, 1997; Ménard, 1998). On retrouve souvent dans cet habitat des concentrations importantes de capelans juvéniles qui s'y alimentent activement de zooplancton. Ce secteur est fréquenté très intensivement par le Béluga, le Petit Rorqual et le Rorqual commun et constitue une aire importante d'alimentation des oiseaux pélagiques (notamment le Goéland argenté, la Mouette tridactyle et le Canard kakawi).
- VII. Jet côtier de la rive sud.** Cet habitat est caractérisé par le temps de résidence très court des eaux relativement froides, saumâtres et turbides qui proviennent du mélange des eaux de l'estuaire moyen et du fjord du Saguenay avec les eaux profondes qui remontent vers la surface à la tête du chenal Laurentien. Les communautés zooplanctoniques et ichthyennes de cet habitat ne sont pas documentées. Ce secteur est beaucoup moins fréquenté par les mammifères marins que les habitats situés le long de la rive nord de l'estuaire maritime. On n'y retrouve pas d'aires importantes d'alimentation des oiseaux pélagiques à l'exception de quelques bandes de fous de Bassan au printemps (Mousseau et Armellin, 1996).

- VIII. Zone centrale du chenal Laurentien.** Cet habitat est associé à la présence d'un tourbillon cyclonique au-dessus de la partie amont du chenal Laurentien. Ce milieu est constamment enrichi en sels nutritifs par les remontées d'eaux profondes à la tête du chenal Laurentien et le long de la rive nord et est caractérisé par une production primaire et une biomasse de zooplancton élevées. Cet habitat est utilisé intensivement par les bélugas adultes et constitue le principal secteur où le Rorqual bleu est observé dans la zone d'étude (Mousseau et Armellin, 1996).
- IX. Zone de remontée d'eau profonde de la rive nord.** Le milieu pélagique le long de la Haute-Côte-Nord est caractérisé par des remontées épisodiques d'eaux profondes froides, salées et limpides. Ce phénomène favorise la formation d'agrégations d'euphausides activement exploitées par le Béluga, le Rorqual commun et le Rorqual bleu. Cet habitat constitue aussi une aire d'alimentation importante pour le Phoque du Groenland en hiver et au printemps. La communauté ichtyenne de cet habitat n'est pas documentée. Il est possible que le Capelan y soit très abondant en hiver et au printemps (Mousseau et Armellin, 1996).
- X. Panache des rivières de la Côte-Nord.** En été, la partie aval de l'estuaire maritime est caractérisée par des eaux superficielles plus chaudes, moins salées et plus productives que la partie amont. Ces caractéristiques sont attribuables au mélange des eaux de la partie amont de l'estuaire maritime avec les eaux douces de trois grandes rivières de la Haute-Côte-Nord (Betsiamites, aux Outardes et Manicouagan) et de la présence d'un tourbillon anticyclonique dans cette partie de l'estuaire. Les floraisons de l'algue planctonique responsable de la toxicité des mollusques dans l'estuaire maritime (*Alexandrium* spp.) se produisent principalement dans cet habitat. La communauté ichtyenne de cet habitat n'est pas documentée. Ce milieu n'est fréquenté par le Béluga que durant l'hiver et au début du printemps (Mousseau et Armellin, 1996).
- XI. Bassin inférieur du Saguenay.** En été, les eaux du bassin inférieur du fjord sont constamment renouvelées par l'intrusion à chaque marée montante des eaux de l'estuaire maritime. Ces échanges ont pour effet de maintenir des concentrations élevées de phytoplancton et de matières particulaires dans les eaux profondes du bassin malgré la faible production primaire. La communauté zooplanctonique de cet habitat est dominée (en biomasse) par la mysidacée *Mysis littoralis* (de Ladurantaye et Lacroix, 1980; de Ladurantaye *et al.*, 1984). On y observe régulièrement des concentrations de capelans juvéniles. Cet habitat est utilisé intensivement par le Béluga et le Petit Rorqual (Mousseau et Armellin, 1995).
- XII. Eaux superficielles du bassin supérieur du Saguenay.** Les eaux superficielles du bassin supérieur du fjord sont peu salées, relativement chaudes et turbides et peu productives. La communauté ichtyenne de cet habitat constitue un assemblage hétérogène d'espèces anadromes (principalement l'Éperlan arc-en-ciel, l'Épinoche à trois épines, le Poulamon atlantique et l'Omble de fontaine), d'espèces dulcicoles (principalement le Meunier rouge), d'espèces estuariennes (la Plie lisse) et d'espèces marines (principalement le Hareng atlantique, la Morue franche et le Capelan). Cet habitat n'est utilisé que par un nombre limité de bélugas et cela, en été seulement. Il n'est pas utilisé par les autres mammifères marins et les oiseaux marins (Mousseau et Armellin, 1995).

XIII. Eaux profondes du bassin supérieur du Saguenay. La stratification très prononcée de la colonne d'eau du bassin supérieur du fjord isole presque complètement les eaux profondes de ce bassin des eaux superficielles. En été, les eaux de cet habitat sont relativement froides et sont renouvelées à un rythme beaucoup plus lent que celles du bassin inférieur. La communauté zooplanctonique est dominée par des copépodes marins de petite taille (*Oncaea* sp., *Microcalanus* sp.) et la mysidacée *Boreomysis nobilis* (Rainville, 1979; de Ladurantaye *et al.*, 1984). Cet habitat n'est pas fréquenté par les mammifères marins et les oiseaux pélagiques (Mousseau et Armellin, 1995).

7. HABITATS BENTHIQUES

La zone d'étude a été subdivisée en dix types d'habitats benthiques en fonction de la bathymétrie et des caractéristiques des masses d'eau qui baignent les fonds marins (Carte 8). On y distingue d'abord quatre grandes catégories d'habitats en fonction de la bathymétrie : 1) les habitats intertidaux, 2) les habitats infralittoraux, 3) les habitats circalittoraux et 4) les habitats bathyaux. Dans l'estuaire maritime, les habitats circalittoraux et les habitats bathyaux correspondent aux fonds baignés par la couche d'eau intermédiaire froide et la couche d'eau profonde, respectivement. Ces deux masses d'eau n'existent pas dans l'estuaire moyen et dans le fjord du Saguenay. Pour ces deux secteurs, on considère que les fonds situés sous la thermocline sont du type circalittoral (Brunel *et al.*, 1998). Le Tableau 6 présente un sommaire des caractéristiques océanographiques de ces quatre étages bathymétriques.

Les habitats intertidaux et infralittoraux baignés par la couche d'eau superficielle ont ensuite été subdivisés en fonction du gradient amont-aval des conditions physico-chimiques en utilisant les limites des zones biogéographiques généralement reconnues dans la littérature; soit les zones 1) oligohaline, 2) mésohaline, 3) polyhaline et 4) marine. Les principales caractéristiques biophysiques de ces zones sont décrites au Tableau 7. Quant aux habitats profonds (habitats circalittoral et bathyal de l'estuaire maritime et fosses du fjord et de l'estuaire moyen), ces milieux ont des caractéristiques franchement marines.

Chacun des dix types d'habitats de la Carte 8 pourrait être subdivisé en une mosaïque d'habitats en fonction de la nature du substrat (granulométrie, pente, etc.) et d'autres facteurs importants (par exemple la zonation des marais en fonction du temps d'immersion par les marées). Cependant, cette mosaïque ne peut pas être cartographiée à l'échelle de la Carte 8 et, pour la plupart des types d'habitats, les connaissances sont insuffisantes pour réaliser un tel exercice.

La flore et la faune caractéristiques des dix types d'habitats sont sommairement décrites ci-dessous en précisant quelles sont les espèces dominantes, les ressources alimentaires des mammifères marins et des oiseaux marins et les ressources halieutiques retrouvées en abondance dans ces habitats. Les sources des informations présentées sont Mousseau et Armellin (1995; 1996) et Mousseau *et al.* (1998) sauf lorsqu'indiqué.

Tableau 6
Principales caractéristiques des étages bathymétriques benthiques.

| Étage | Profondeur | Principales caractéristiques physiques | Principaux facteurs limitants pour le benthos |
|---------------|---|---|--|
| Intertidal | Entre les niveaux extrêmes des marées hautes et des marées basses | <ul style="list-style-type: none"> • Très forte hétérogénéité spatiale du substrat • Très forte variabilité à court terme et saisonnière des conditions physico-chimiques • Exondation à marée basse • Lumière abondante • Courants moins intenses que dans l'infralittoral • Production primaire directement accessible à marée haute | <ul style="list-style-type: none"> • Durée de l'exondation par les marées • Niveau de la variabilité à court terme des conditions physico-chimiques • Salinité • Degré d'exposition à l'abrasion par les glaces et aux vagues • Turbidité • Résistance au gel • Niveau de production primaire dans les eaux superficielles |
| Infralittoral | Entre le niveau extrême des marées basses et la limite inférieure de la couche d'eau superficielle (0 à 25 – 30 m dans l'estuaire et 0 à 15 m dans le fjord. | <ul style="list-style-type: none"> • Forte hétérogénéité spatiale du substrat • Très forte variabilité à court terme et saisonnière des conditions physico-chimiques • Lumière pouvant être limitante en profondeur • Courants intenses • Production primaire directement accessible en tout temps | <ul style="list-style-type: none"> • Niveau de la variabilité à court terme des conditions physico-chimiques • Intensité des courants • Salinité • Degré d'exposition aux vagues de tempête • Abondance d'oursins (broutage et prédation) • Abondance d'étoiles de mer (prédation) • Niveau de la production primaire dans les eaux superficielles • Turbidité |
| Circalittoral | Estuaire maritime : fonds baignés par la couche d'eau froide intermédiaire (25 – 30 m à 120 m de profondeur) Estuaire moyen : fonds situés à plus de 30 m de profondeur. Fjord du Saguenay : fonds situés à plus de 15 m de profondeur. | <ul style="list-style-type: none"> • Basse température de l'eau • Faible hétérogénéité spatiale du substrat sauf sur les seuils • Faible variabilité à court terme et saisonnière des conditions physico-chimiques • Lumière insuffisante pour la photosynthèse • Courants faibles sauf sur les seuils • Production primaire non directement accessible | <ul style="list-style-type: none"> • Taux de sédimentation de particules alimentaires sur le fond • Fréquence des glissements de terrain (fjord) |
| Bathyal | Estuaire maritime : fonds baignés par la couche d'eau profonde du chenal Laurentien (> 120 m de profondeur) | <ul style="list-style-type: none"> • Faible hétérogénéité spatiale du substrat sauf à la tête du chenal • Grande stabilité des conditions physico-chimiques • Lumière insuffisante pour permettre la photosynthèse • Courants faibles sauf à la tête du chenal Laurentien • Production primaire non directement accessible | <ul style="list-style-type: none"> • Taux de sédimentation de particules alimentaires sur le fond • Fréquence des glissements de terrain (talus du Chenal) • Teneur en oxygène dissous |

Sources : Mousseau et Armellin, 1995; 1996; Brunel *et al.*, 1998; Mousseau *et al.*, 1998.

Tableau 7
Principales caractéristiques des zones biogéographiques benthiques (étages intertidal et infralittoral).

| | Facteurs limitants | Caractéristiques de la flore benthique | Caractéristiques de la faune benthique |
|------------------|---|---|--|
| Zone oligohaline | <ul style="list-style-type: none"> • Salinité (de 0,5 à 10) limitante pour la grande majorité des espèces dulcicoles et marines • Turbidité très élevée (plus de 50 mg•l⁻¹) • Température maximale élevée (jusqu'à 25 °C) • Très forte variabilité à court terme et saisonnière des conditions physico-chimiques • Courants intenses • Côtes généralement bien abritées. | <ul style="list-style-type: none"> • Marais à scirpe bien développés • Algues brunes et rouges macroscopiques absentes • Absence de zosteraies. | <ul style="list-style-type: none"> • Très faible diversité et abondance • Absence de la très grande majorité des espèces marines |
| Zone mésohaline | <ul style="list-style-type: none"> • Salinité (de 10 à 18) limitante pour la majorité des espèces marines • Turbidité élevée (jusqu'à 50 mg•l⁻¹) • Très forte variabilité temporelle à court terme des conditions physico-chimiques • Courants intenses • Faible production primaire • Abrasion par les glaces limitée par le pied de glace (estuaire), forte abrasion par les glaces (fjord) • Côtes peu battues par les vagues | <ul style="list-style-type: none"> • Algues brunes et rouges macroscopiques absentes • Zone de transition des marais à scirpe (amont) aux marais à spartine (aval) • Faible étendue verticale des marais • Absence de zosteraies | <ul style="list-style-type: none"> • Absence de la très grande majorité des espèces marines côtières et des espèces d'eau douce • Très faible diversité et abondance d'organismes sur les estrans rocheux • Très faible diversité d'organismes infralittoraux (forte dominance des oligochètes) |
| Zone polyhaline | <ul style="list-style-type: none"> • Salinité (de 18 à 28) limitante pour certaines espèces marines • Turbidité (3 – 10 mg•l⁻¹) empêchant la photosynthèse à plus de 4 m de profondeur • Forte variabilité temporelle à court terme des conditions physico-chimiques • Courants intenses • Faible production primaire • Abrasion par les glaces limitée par le pied de glace (estuaire); forte abrasion par les glaces (fjord) • Côtes battues plus abondantes (estuaire) | <ul style="list-style-type: none"> • Marais à spartine importants et productifs • Apparition graduelle, de l'amont vers l'aval, d'herbiers de fucacées • Végétation plus diversifiée que dans l'estuaire maritime en raison de la faible abondance de l'oursin • Absence d'herbiers de zostère marine | <ul style="list-style-type: none"> • Apparition graduelle de l'amont vers l'aval des espèces marines côtières typiques (buccin, moule, mye, crabe commun, anémones, concombres de mer et oursin). |
| Zone marine | <ul style="list-style-type: none"> • Salinité élevée (de > 28) non limitante • Faible turbidité (< 3 mg•l⁻¹) • Faible variabilité à court terme des conditions physico-chimiques • Courants moins intenses • Production primaire élevée • Abrasion par les glaces importante • Côtes battues par les vagues | <ul style="list-style-type: none"> • Présence d'herbiers de zostère marine • Présence d'herbiers de fucacées et de laminaires bien développés • Productivité moins élevée des marais à spartine | <ul style="list-style-type: none"> • Abondance maximale dans la zone d'étude des espèces marines côtières • Très grande abondance d'oursins verts |

Sources : Mousseau et Armellin, 1995; 1996; Mousseau *et al.*, 1998.

7.1. HABITATS BENTHIQUES INTERTIDaux OLIGOHALINS

On retrouve ce type d'habitats dans la partie amont de l'estuaire moyen (hors de la zone d'étude), dans la partie amont du fjord du Saguenay et dans l'embouchure des rivières qui se jettent dans le fjord du Saguenay. Les milieux oligohalins sont propices à la sédimentation sur les estrans de sédiments fins où se développent les marais à scirpe (*Scirpus americanus*). La section 2 du Chapitre 7 décrit plus en détails ce type d'habitat. Les estran rocheux et sableux oligohalins sont peu documentés. Dans l'ensemble, la végétation et la faune de ces habitats sont très pauvres. Les oiseaux marins et les mammifères marins n'utilisent pas ces habitats pour leur alimentation.

7.2. HABITATS BENTHIQUES INTERTIDaux MÉSOHALINS

Les estrans mésohalins sont principalement retrouvés dans le tronçon de l'estuaire moyen situé à la hauteur Petite-Rivière-Saint-François et de Saint-Roch-des-Aulnaies. Dans ce secteur, les principaux estran vaseux sont situés dans la baie Sainte-Anne, où en progressant de l'amont vers l'aval, les marais à scirpe sont graduellement remplacés par les marais à spartine (voir la section 2 du Chapitre 7 pour une description plus détaillée de ce type d'habitat). Les estran rocheux et sableux mésohalins sont peu documentés. Dans l'ensemble, la végétation et la faune de ces habitats sont très pauvres, la grande majorité des espèces marines typiques des estrans marins étant absentes. Par ailleurs, le Capelan n'utilise pas ces habitats pour y déposer ses œufs et les oiseaux marins et les mammifères marins les utilisent peu pour leur alimentation.

7.3. HABITATS BENTHIQUES INTERTIDaux POLYHALINS ET MARINS

La zone polyhaline occupe la partie aval de l'estuaire moyen, le littoral du bassin inférieur du fjord (dont les rives très escarpées font que les estrans n'y occupent qu'une très faible superficie) et certains secteurs littoraux de l'estuaire maritime où se jettent des rivières importantes comme l'anse de l'Isle-Verte, la baie de Rimouski et la baie Laval. Par ailleurs, la zone marine correspond approximativement à l'ensemble de l'estuaire maritime.

La flore et la faune des estrans polyhalins sont similaires à celles des estrans marins à la différence que la plupart des espèces benthiques marines communes dans l'estuaire maritime atteignent leur limite de distribution à l'intérieur de la zone polyhaline et y sont généralement moins abondantes. En se déplaçant de l'amont vers l'aval dans cette zone, on observe une augmentation progressive de la diversité et de l'abondance de la flore et de la faune benthique intertidale.

Les estran vaseux de ces deux zones sont occupés par des marais à spartine, dans la partie supérieure de l'estran, et par des vasières dénudées, dans la partie inférieure. On retrouve ce type d'habitat principalement le long de la rive sud entre la pointe aux Orignaux et Trois-Pistoles là où les rives sont abritées par des îles. La section 2 du Chapitre 7 décrit plus en détails ce type d'habitat. Les marais à spartine constituent les principales aires de reproduction pour l'Épinoche à trois épines et l'Épinoche tachetée et des aires d'alimentation importantes pour certaines ressources alimentaires des mammifères marins, soit le Poulamon atlantique, l'Éperlan arc-en-ciel et la Plie lisse dont les juvéniles 0+ et 1+ fréquentent ce type d'habitat au

printemps et/ou pendant l'été. Les marais sont aussi très importants pour la nidification et l'élevage des couvées des canards barboteurs, notamment le Canard noir.

La communauté benthique des vasières intertidales est dominée par le polychète *Nereis (Neanthes) virens*, les gastéropodes *Hydrobia minuta* et *Littorina obtusata*, le bivalve *Macoma balthica* et les gammarus (*Gammarus* sp.). Ce type d'habitat est fréquenté par plusieurs espèces de poissons à la faveur de la marée haute. Dans la région de Kamouraska, les espèces dominantes de ce milieu sont les épinoches (adultes et juvéniles), le Poulamon atlantique (adultes) et la Plie lisse (adultes). Dans les baies de l'Isle-Verte et de Rimouski, les espèces dominantes sont les épinoches, l'Éperlan arc-en-ciel (juvéniles et adultes), le Hareng atlantique (juvéniles) et la Plie lisse (juvéniles et adultes) (Lemieux et Michaud, 1995; Lemieux, 1996).

La flore des estran rocheux polyhalins et marins est dominée par les algues brunes (Ascophylle noueuse et *Fucus vésiculé*). Ces algues forment des herbiers denses dans la partie inférieure de l'estran sur les rives abritées de l'abrasion par les glaces. La faune de cet habitat est dominée par les balanes (*Semibalanus balanoides*), les littorines (*Littorina saxatilis* et *Littorina obtusata*) et les gammarus (*Gammarus* sp.) et, dans la zone marine seulement, par la Moule bleue (Chapitre 8, section 4). Ce type d'habitat est particulièrement important pour l'alimentation du Canard noir et de l'Eider à duvet, deux des oiseaux marins les plus abondants dans la zone d'étude (Chapitre 9, item 6).

Les estran sableux polyhalins et marins constituent l'habitat de la Mye commune. Cette espèce est présente dans la zone polyhaline mais elle y est beaucoup moins abondante que dans la zone marine où elle forme des bancs importants particulièrement le long de la Haute-Côte-Nord. La section 3 du Chapitre 8 décrit plus en détails ce type d'habitat.

Dans la partie inférieure des estrans sableux bien abrités, on retrouve des herbiers de zostère marine (zosteraies). Paradoxalement, ce type d'habitat est pratiquement absent du fjord du Saguenay et de l'estuaire moyen alors que dans l'estuaire maritime, il est presque toujours associé à la présence d'un cours d'eau. Ce type d'habitat serait surtout associé au milieu polyhalin des embouchures de rivière. La section 3 du Chapitre 7 décrit plus en détails ce type d'habitat. Les estrans sableux polyhalins et marins sont utilisés par le Capelan pour la fraye et par la Plie rouge et les goélands pour leur alimentation.

7.4. HABITATS BENTHIQUES INFRALITTORaux OLIGOHALINS ET MÉSOHALINS

On connaît très peu de choses sur les habitats infralittoraux oligohalins et mésosalins de la zone d'étude. Dans la partie amont de l'estuaire moyen (hors de la zone d'étude), la faune endobenthique des fonds meubles est largement dominée par les oligochètes tubificidés, des vers marins qui tolèrent des variations très importantes des conditions physico-chimiques. La Crevette de sable (*Crangon septemspinosa*) est une des espèces les plus abondantes de la faune épibenthique de ces habitats (Laprise et Dodson, 1994).

7.5. HABITATS BENTHIQUES INFRALITTORaux POLYHALINS ET MARINS

Les données sur les habitats infralittoraux polyhalins et marins de la zone d'étude sont fragmentaires. Ces données se limitent à la description de la flore et de la faune épibenthiques

des escarpements rocheux littoraux à quelques sites et de la faune endobenthique des fonds meubles plus profonds dans la région de Kamouraska. On ne dispose pas de données permettant d'établir le portrait, ne serait-ce que sommaire, de la faune benthique des vastes habitats infralittoraux qui occupent les plates-formes littorales longeant les deux rives de l'estuaire (**Carte 8**).

Les escarpements rocheux infralittoraux étudiés à Port-au-Saumon, à Cacouna et dans les régions des Escoumins et du Bic sont décrits à la section 4 du Chapitre 7. La flore de ces habitats est dominée par les algues laminaires (*Laminaria* sp. et *Alaria esculenta*) alors que la faune est dominée par l'Oursin vert (Chapitre 8, section 6). Cette espèce est moins abondante dans la zone polyhaline que dans la zone marine. Les autres espèces abondantes de ce type d'habitat sont le gastéropode *Lacuna vincta*, l'étoile de mer *Leptasterias polaris* et les bivalves *Crenella faba*, *Yoldia myalis* et *Macoma balthica* (Bourget *et al.*, 1994).

La faune endobenthique des fonds meubles (20 à 30 m de profondeur) situés au large de Kamouraska sont largement dominés par les polychètes (notamment *Maldane sarsi*). On y retrouve aussi plusieurs espèces d'amphipodes et de mollusques dont *Yoldia myalis*, l'espèce de bivalve dominante (Dalcourt *et al.* 1992).

En plus de l'Oursin vert, les principales ressources halieutiques retrouvées dans les habitats infralittoraux polyhalins et marins de la zone d'étude sont le Buccin et la Mactre de Stimpson (Chapitre 8, section 5). Le Buccin est beaucoup moins abondant dans la zone polyhaline que dans la zone marine alors que la Mactre de Stimpson ne serait présente que dans la zone marine.

Certains fonds rocheux infralittoraux sont utilisés par le Hareng atlantique pour la reproduction. Cette espèce dépose ses œufs en eaux peu profondes sur des herbiers d'algues benthiques. Par ailleurs, les fonds infralittoraux polyhalins et marins sont exploités intensivement par les macreuses et les garrots pour leur alimentation (Chapitre 9, item 5).

7.6. HABITATS BENTHIQUES CIRCALITTORAUX ET BATHYAUX

Estuaire moyen. On ne connaît pratiquement rien de la faune benthique des fosses profondes de l'estuaire moyen. Sur les fonds meubles situés entre 30 et 90 m de profondeur au large de l'île aux Fraises, la faune benthique est dominée par les polychètes (notamment *Maldane sarsi*) et les mollusques (notamment *Yoldia myalis*) (Dalcourt *et al.*, 1992). Aucune ressource benthique n'est exploitée par l'homme dans ces habitats.

Estuaire maritime. On a inventorié plus de 800 espèces benthiques dans les habitats circalittoraux et bathyaux de l'estuaire maritime. La plupart des espèces appartiennent aux grands groupes des polychètes, des mollusques et des crustacés. Plus de la moitié des taxons appartiennent au premier groupe. Les espèces d'intérêt dans le cadre de la présente étude qui sont caractéristiques de ces milieux sont le Crabe des neiges (Chapitre 8, section 7) et la Morue franche (Chapitre 6, section 5), deux ressources halieutiques retrouvées principalement dans l'habitat circalittoral, et le Flétan du Groenland (Chapitre 8, section 11), une ressource halieutique qui domine la communauté des poissons de fond de l'habitat bathyal, dans la zone

d'étude. La Crevette nordique (*Pandalus borealis*), une autre ressource halieutique du milieu bathyal est peu abondante dans la partie amont de l'estuaire maritime.

Fjord du Saguenay. Un total de 410 espèces d'invertébrés benthiques ont été inventoriées dans ces habitats (Bossé *et al.*, 1996). Les taxons dominants sont les amphipodes (27,1 p. 100 des espèces répertoriées), les polychètes (22,4 p. 100), les gastéropodes (10,8 p. 100) et les bivalves (9,8 p. 100). Près de 80 p. 100 de cette faune a également été répertorié dans l'estuaire maritime et, dans l'ensemble, les faunes benthiques profondes du fjord et de l'estuaire maritime sont similaires. Les ressources halieutiques qui fréquentent cet habitat sont la Morue franche (Chapitre 6, section 5), les sébastes et le Flétan du Groenland (Chapitre 8, section 11). Les petites populations de Crevette nordique et de Crabe des neiges (Chapitre 8, section 7) de ces habitats ne sont pas exploitées. Ces habitats sont peu exploités par les mammifères marins et les oiseaux marins pour leur alimentation.

RÉFÉRENCES

- Archambault, P. et E. Bourget. 1999. Influence of shoreline configuration on spatial variation of meroplanktonic larvae, recruitment and diversity of benthic subtidal communities. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 238: 161-184.
- Archambault, P., J.C. Roff, E. Bourget, B. Bang et G.R. Ingram. 1998. Nearshore abundance of zooplankton in relation to shoreline configuration and mechanisms involved. *J. Plankton Res.* 20 : 671-690.
- Argus Groupe-conseil inc, 1992. Synthèse et analyse des connaissances relatives aux ressources naturelles du Saguenay et de l'estuaire du Saint-Laurent - Parc marin du Saguenay. Argus Groupe-conseil inc pour le Service canadien des parcs, Région du Québec.
- Bang, B., R.G. Ingram, B.E. Laval, P. Archambault et E. Bourget. Sous-presse. Nearshore tidal dynamics around a promontory-bay system: implication for planktonic larval distribution. *J. Geophys. Res.* (sous-presse).
- Bossé, L., B. Sainte-Marie et J. Fournier. 1996. Les invertébrés des fonds meubles et la biogéographie du fjord du Saguenay. *Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat.* 2132.
- Bourget, E., L. Lapointe, J.H. Himmelman et A. Cardinal. 1994. Influence of physical gradients on the structure of a northern rocky subtidal community. *Ecoscience* 1: 285-299.
- Bousfield, E.L., G. Filteau, M. O'Neill et P. Gentes. 1982. Population dynamics of zooplankton in the middle St. Lawrence estuary. p. 325-351, Dans: L.E. Cronin (éd.). *Estuarine research*, Vol. 1, Academic Press, New York.
- Brunel, P., L. Bossé et G. Lamarche. 1998. Catalogue des invertébrés marins de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent. *Publ. spéc. can. sci. halieut. aquat.* 126 : 405 p.
- Bugden, G.L. 1991. Changes in the temperature-salinity characteristics of the deeper waters of the Gulf of St. Lawrence over the past several decades. p. 139-147, Dans : J.-C. Therriault (éd.). *Le golfe du Saint-Laurent : petit océan ou grand estuaire?* *Publ. spéc. can. sci. halieut. aquat.* 113.
- Bugden, G.L., B.T. Hargrave, M.M. Sinclair, C.L. Tang, J.-C. Therriault et P.A. Yeats. 1982. Freshwater runoff effects in the marine environment : the Gulf of St. Lawrence example. *Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat.* 1078 : 89 p.
- Coté, R. et G. Lacroix. 1982. Dynamique saisonnière de la production primaire dans le fjord du Saguenay (Québec). *Eau du Québec* 15(3) : 288-293.
- Dalcourt, M.-F., P. Béland, É. Pelletier et Y. Vigneault. 1992. Caractérisation des communautés benthiques et étude des contaminants dans des aires fréquentées par le béluga du Saint-Laurent. *Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat.* 1845.
- d'Anglejan, B. 1981. On the advection of turbidity in the St. Lawrence middle estuary. *Estuaries* 4(1): 2-15.

- d'Anglejan, B. 1990. Recent sediments and sediment transport processes in the St. Lawrence estuary. p. 109-125, Dans: M.I. El-Sabh et N. Silverberg (éd.). Oceanography of a large-scale estuarine system: the St. Lawrence. Coastal and Estuarine Studies, Vol. 39.
- de Ladurantaye, R. et G. Lacroix. 1980. Répartition spatiale, cycle saisonnier et croissance de *Mysis litoralis* (Mysidacea) dans un fjord subarctique. J. can. zool. 58 : 693-700.
- de Ladurantaye, R., J.-C. Therriault, G. Lacroix et R. Côté. 1984. Processus advectifs et répartition du zooplancton dans un fjord. Mar. Biol. 82: 21-29.
- Dodson, J.J., J.-C. Dauvin, R.G. Ingram et B. d'Anglejan. 1989. Abundance of larval rainbow smelt (*Osmerus mordax*) in relation to the maximum turbidity zone and associated macroplanktonic fauna of the middle St. Lawrence estuary. Estuaries 12: 66-81.
- Drainville, G. 1968. Le fjord du Saguenay : I. Contribution à l'océanographie. Naturaliste can. 95: 809-855,
- El-Sabh, M.I. 1979. The lower St. Lawrence estuary as a physical oceanographic system. Naturaliste can. 106 : 55-73.
- Forrester, W.D. 1964. A quantitative temperature-salinity study of the Gulf of St. Lawrence. Institut océanographique de Bedford, Dartmouth. Rapport n° 64-11: 16 p.
- Fortier, L. et J.A. Gagné. 1990. Larval herring (*Clupea harengus*) dispersion, growth and survival in the St. Lawrence estuary: match/mismatch or membership/vagrancy. J. can. sci. halieut. aquat. 47: 1898-1912.
- Fortier, L. et W. Leggett. 1982. Fickian transport and the dispersal of fish larvae in estuaries. J. Fish. Res. Board Can. 39:1150-1163.
- Fortin, G.R. et M. Pelletier. 1995. Synthèse des connaissances sur les aspects physiques et chimiques de l'eau et des sédiments du Saguenay. Environnement Canada — Région du Québec, Conservation de l'environnement, Centre Saint-Laurent. Rapport technique. Zones d'intervention prioritaire 22 et 23.
- Fortin, G.R., M. Gagnon et P. Bergeron. 1996. Synthèse des connaissances sur les aspects physiques et chimiques de l'eau et des sédiments du secteur d'étude Estuaire maritime. Environnement Canada — Région du Québec, Conservation de l'environnement, Centre Saint-Laurent. Rapport technique. Zone d'intervention prioritaire 18.
- Gagnon, M., P. Bergeron, J. Leblanc et R. Siron. 1998. Synthèse des connaissances sur les aspects physiques et chimiques de l'eau et des sédiments de l'estuaire moyen du Saint-Laurent. Ministère des Pêches et des Océans — Région Laurentienne, Division de la Gestion de l'habitat et des sciences de l'environnement, Institut Maurice-Lamontagne et Environnement Canada — Région du Québec, Conservation de l'environnement, Centre Saint-Laurent. Rapport technique. Zones d'intervention prioritaire 15, 16 et 17.
- Gearing, J.N. et R. Pocklington. 1990. Organic geochemical studies in the St. Lawrence estuary. p.170-201, Dans: M.I. El-Sabh et N. Silverberg (éd.). Oceanography of a large-scale estuarine system: the St. Lawrence. Coastal and Estuarine Studies, Vol. 39.
- Gratton, Y. 1994. Marine environmental assessment of the Saguenay fjord : physical perspective. Institut national de la recherche scientifique (INRS-Océanologie). Rapport préliminaire.

- Greisman, P. et G. Ingram. 1977. Nutrient distribution in the St. Lawrence Estuary. J. Fish. Res. Board Can. 34 : 2117-2123.
- Henri, M., J.J. Dodson et H. Powles. 1985. Spatial configurations of young herring (*Clupea harengus harengus*) larvae in the St. Lawrence estuary: importance of biological and physical factors. J. can. sci. halieut. aquat. 42: 91-104.
- Ingram, R.G. 1985. Frontal characteristics at the head of the Laurentian Channel. Naturaliste can. 112 : 31-38.
- Koutitonsky, V.G. et G.L. Bugden. 1991. The physical oceanography of the gulf of St. Lawrence: a review with emphasis on the synoptic variability of the motion. Publ. spéc. can. sci. halieut. aquat. 113: 57-90.
- Laprise, 1993. Communication personnelle. Département de biologie, Université Laval, Sainte-Foy.
- Laprise, R. et J.J. Dodson. 1989. Ontogenic changes in the longitudinal distribution of two species of larval fish in a turbid well-mixed estuary. J. Fish. Biol. 35 (Supp. A): 39-47.
- Laprise, R. et J.J. Dodson. 1993. Nature of environmental variability experienced by benthic and pelagic animals in the St. Lawrence estuary. Mar. Ecol. Prog. Ser. 107 : 67-81.
- Laprise, R. et J.J. Dodson. 1994. Environmental variability as a factor controlling spatial patterns in the distribution and species diversity of zooplankton in the St. Lawrence Estuary. Mar. Ecol. Prog. Ser. 107 : 67-81.
- Lavoie, D., Y. Simard, J. Benoit, P. Larouche et B. Thibeault. 1996. Distribution des masses d'eau à la tête du chenal Laurentien dans l'estuaire du Saint-Laurent aux étés 1994 et 1995. Rapp. tech. can. hydrogr. sci. océan. 176 : x + 126 p.
- Lemieux, C. 1996. Acquisition de connaissances des habitats côtiers de la région de Rimouski (1995). Rapport du Groupe-Conseil Génivar pour le ministère des Pêches et des Océans du Canada. 52 p.
- Lemieux, C. et G. Michaud. 1995. Mise en valeur de l'habitat du poisson de la Réserve nationale de faune de l'Isle-Verte (1994). Rapport conjoint de la Société de conservation de la baie de l'Isle-Verte et Groupe Environnement Shooner pour le ministère des Pêches et des Océans du Canada. 41 p. + 3 annexes.
- Lesueur, C. 1996. Acquisition de connaissances du milieu côtier dans la batture de Saint-Fulgence. Rapport du Comité ZIP-Saguenay au ministère des Pêches et des Océans et au ministère de l'Environnement et de la Faune. 38 p. + annexes.
- Loring, D.H. et D.G. Nota. 1973. Morphology and sediments of the Gulf of St. Lawrence. Bull. can. sci. halieut. aquat. 182 : 147 p.
- Loring, D.H. et J.M. Bowers. 1979. Geochemical mass balances for mercury in a Canadian fjord. Chem. Geol. 22 : 309-330.
- Lucotte, M. 1989. Phosphorus reservoirs in the St. Lawrence estuary. J. can. sci. halieut. aquat. 46: 59-65.
- Lucotte, M., C. Hillaire-Marcel et P. Louchouart. 1991. First-order organic carbon budget in the St. Lawrence lower estuary from ¹³C data. Estuarine, Coastal and Shelf Sci. 32 : 298-312.

- Marchand, C. 1997. Étude des agrégations de proies potentielles pour les rorquals détectées par acoustique dans les fronts à la tête du chenal Laurentien (estuaire maritime du Saint-Laurent, Québec). Thèse de maîtrise, Université du Québec à Rimouski.
- Ménard, N. 1998. Répartition spatiale et structure des bancs de poissons pélagiques dans une aire d'alimentation des cétacés de l'estuaire du Saint-Laurent. Thèse de maîtrise, Université Laval, Sainte-Foy.
- Ministère des Pêches et des Océans (MPO). 1997a. Tables des marées et courants du Canada 1997. Volume 3 : Fleuve Saint-Laurent et rivière Saguenay.
- Ministère des Pêches et des Océans (MPO). 1997b. Atlas des courants de marée - Estuaire du Saint-Laurent, du cap de Bon-Désir à Trois-Rivières. Pêches et Océans Canada, Ottawa.
- Mousseau, P. et A. Armellin. 1995. Synthèse des connaissances sur les communautés biologiques du Saguenay. Environnement Canada — Région du Québec, Conservation de l'environnement, Centre Saint-Laurent. Rapport technique, Zones d'intervention prioritaire 22 et 23.
- Mousseau, P. et A. Armellin. 1996. Synthèse des connaissances sur les communautés biologiques du secteur d'étude Estuaire maritime. Environnement Canada — Région du Québec, Conservation de l'environnement, Centre Saint-Laurent. Rapport technique, Zone d'intervention prioritaire 18.
- Mousseau, P., M. Gagnon, P. Bergeron, J. Leblanc et R. Siron. 1998. Synthèse des connaissances sur les communautés biologiques de l'estuaire moyen du Saint-Laurent. Ministère des Pêches et des Océans — Région Laurentienne, Division de la Gestion de l'habitat et des sciences de l'environnement, Institut Maurice-Lamontagne et Environnement Canada — Région du Québec, Conservation de l'environnement, Centre Saint-Laurent. Rapport technique, Zones d'intervention prioritaire 15, 16 et 17. 309 p.
- Neu, H. J. A. 1970. A study on mixing and circulation in the St. Lawrence estuary up to 1964. AOL Rep. 1970-9, Bedford Institute of Oceanography, Dartmouth. 31 p.
- Plourde, S. et J.A. Runge. 1993. Reproduction of the planktonic copepod *Calanus finmarchicus* in the lower St. Lawrence estuary : relation to the cycle of phytoplankton production and evidence for a *Calanus* pump. Mar. Ecol. Prog. Ser. 102 : 217-227.
- Rainville, L. 1979. Étude comparative de la distribution verticale et de la composition des populations de zooplancton du fjord du Saguenay et de l'estuaire maritime du Saint-Laurent. Thèse de maîtrise. Université Laval, Québec. 175 p.
- Reid, S.D. 1977. Circulation and mixing in the St. Lawrence estuary near Ilet Rouge. Institut océanographique de Bedford, Dartmouth. Rapport BI-R-77.
- Runge, J. et Y. Simard. 1990. Zooplankton of the St. Lawrence Estuary : The imprint of physical processes on its composition and distribution. p. 296-320, Dans: M.I. El-Sabh et N. Silverberg (éd.). Oceanography of a large-scale estuarine system: the St. Lawrence. Coastal and Estuarine Studies, Vol. 39.

- Schafer, C.T., J. N. Smith et R. Coté. 1990. The Saguenay Fjord: a major tributary to the St. Lawrence estuary. p. 378-420, Dans: M.I. El-Sabh et N. Silverberg (éd.). Oceanography of a large-scale estuarine system: the St. Lawrence. Coastal and Estuarine Studies, Vol. 39.
- Siebert, G.H., R.W. Trites et S.J. Reid. 1979. Deepwater exchange processes in the Saguenay fjord. J. Fish. Res. Board Can. 36 : 42-53.
- Silverberg, N. et B. Sundby. 1990. Sediment-water interaction and early diagenesis in the Laurentian Trough. p. 202-233, Dans : M.I. El-Sabh et N. Silverberg (éd.). Oceanography of a large-scale estuarine system: the St. Lawrence. Coastal and Estuarine Studies, Vol. 39.
- Simard, Y., R. de Ladurantaye et J.C. Therriault. 1986. Aggregation of euphausiids along a coastal shelf in an upwelling environment. Mar. Ecol. Prog. Ser. 32 : 203-215.
- Soucy, A., V. Bérubé, J.-P. Troude et P. Méric. 1976. Évolution des suspensions et sédiments dans l'estuaire moyen du Saint-Laurent. Les Cahiers de Centreau 1(5): 67 p.
- Sundby, B. et D.H. Loring. 1978. Geochemistry of suspended particulate matter in the Saguenay Fjord. Can. J. Earth Sci. 15 : 1002-1011.
- Therriault, J.-C. et G. Lacroix. 1975. Penetration of the deep layer of the Saguenay fjord by surface waters of the St. Lawrence Estuary. J. can. sci. halieut. aquat. 32 : 2373-2377.
- Therriault, J.C. et G. Lacroix. 1976. Nutrients, chlorophyll and internal tides in the St. Lawrence estuary. J. can. sci. halieut. aquat. 33 : 2747-2757.
- Therriault, J.C. et M. Levasseur. 1985. Control of phytoplankton production in the lower St. Lawrence estuary: light and freshwater runoff. Naturaliste can. 112: 77-96.
- Therriault, J.-C., L. Legendre et S. Demers. 1990. Oceanography and ecology of phytoplankton in the St. Lawrence Estuary. p. 269-295, Dans : M.I. El-Sabh et N. Silverberg (éd.). Oceanography of a large-scale estuarine system. Coastal and Estuarine Studies, Vol. 39.
- Therriault, J.-C., R. de Ladurantaye et R.G. Ingram. 1984. Particulate matter exchange across a fjord sill. Estuarine Coastal and Shelf Sci. 18 : 51-64.
- Vigeant, G. 1984. Cartes climatologiques du Saint-Laurent (fleuve et Golfe). Environnement Canada, Service de l'environnement atmosphérique. Ville Saint-Laurent, Québec, Canada, 15 p.

ANNEXE CARTOGRAPHIQUE

- Carte 1. Bathymétrie de la zone d'étude.
- Carte 2. Température des eaux de surface en été dans la zone d'étude.
- Carte 3. Salinité des eaux de surface en été dans la zone d'étude.
- Carte 4. Patron de circulation des eaux superficielles en été dans la zone d'étude.
- Carte 5. Turbidité des eaux de surface en été dans la zone d'étude.
- Carte 6. Granulométrie des sédiments superficiels dans la zone d'étude.
- Carte 7. Habitats pélagiques de la zone d'étude.
- Carte 8. Habitats benthiques de la zone d'étude.

TABLE DES MATIÈRES

| | Page |
|---|------|
| Liste des tableaux | iii |
| Liste des figures | iv |
| 1. Introduction et méthodologie | 1 |
| 2. Prélèvements biologiques..... | 1 |
| 2.1. Pêches commerciales..... | 1 |
| 2.2. Pêches récréatives et sportives | 3 |
| 2.3. Chasse aux oiseaux migrateurs..... | 6 |
| 2.3.1. Secteurs de chasse..... | 6 |
| 2.3.2. Secteurs et espèces exclus de la chasse | 6 |
| 2.3.3. Période de chasse | 7 |
| 2.3.4. Composition des captures..... | 7 |
| 2.4. Récolte de duvet..... | 10 |
| 2.5. Chasse aux phoques | 10 |
| 2.5.1. Secteurs et saison de chasse..... | 10 |
| 2.5.2. Captures de phoques | 10 |
| 2.6. Aquaculture | 11 |
| 3. Trafic maritime..... | 11 |
| 3.1. Voie maritime du Saint-Laurent et du Saguenay et ports commerciaux de la zone d'étude | 16 |
| 3.2. Traversiers..... | 16 |
| 3.3. Bateaux de pêche..... | 16 |
| 3.4. Croisières d'observation des baleines et autres croisières | 17 |
| 3.5. Plaisanciers, kayak de mer et motomarine..... | 20 |
| 3.6. Zone d'exclusion du trafic maritime..... | 20 |
| 4. Activités récréotouristiques en rive | 20 |
| 4.1. Baignade | 20 |
| 4.2. Plongée sous-marine..... | 21 |
| 4.3. Observation des mammifères marins..... | 21 |
| 4.4. Observation des oiseaux marins..... | 22 |
| 4.5. Randonnée pédestre | 22 |
| 4.6. Villégiature..... | 23 |

| | Page |
|--|------|
| 5. Conservation | 25 |
| 5.1. Parc marin Saguenay—Saint-Laurent..... | 25 |
| 5.2. Réserves nationales de faune..... | 28 |
| 5.3. Refuges d'oiseaux migrateurs..... | 28 |
| 5.4. Zones d'interdiction de chasse..... | 29 |
| 5.5. Parcs provinciaux | 29 |
| 5.6. Habitats fauniques | 29 |
| 5.7. Rivières à saumon | 30 |
| 5.8. Autres formes de protection | 30 |
| 5.8.1. Site Ramsar | 30 |
| 5.8.2. Réserve de la biosphère de Charlevoix | 31 |
| 5.8.3. Fondation de la Faune du Québec | 31 |
| 5.8.4. Sites privés | 31 |
| Références..... | 33 |
| Annexe cartographique | 38 |

LISTE DES TABLEAUX

| | Page |
|--|------|
| Tableau 1. Volume des débarquements de ressources halieutiques dans la zone d'étude en 1997 | 2 |
| Tableau 2. Caractéristiques des principales pêches commerciales de la zone d'étude | 4 |
| Tableau 3. Sommaire des caractéristiques des principaux types de pêche sportive et récréative dans la zone d'étude..... | 5 |
| Tableau 4. Période de chasse fixée pour les différentes espèces d'oiseaux dans les trois districts fédéraux de chasse aux oiseaux migrateurs de la zone d'étude en 1998-1999 | 8 |
| Tableau 5. Importance relative des quatre groupes d'espèces basée sur le nombre d'oiseaux abattus par les chasseurs dans la région de l'estuaire du Saint-Laurent pour la période 1977-1981 | 9 |
| Tableau 6. Sommaire du trafic maritime dans la zone d'étude | 12 |
| Tableau 7. Évolution du nombre d'excursions aux baleines et du nombre total de petits et grands bateaux de croisière basés à Baie-Sainte-Catherine, Tadoussac, Grandes-Bergeronnes et l'anse aux Basques de 1980 à 1996..... | 19 |
| Tableau 8. Variation du nombre moyen de bateaux en tout genre recensés dans un rayon de 2 km des stations d'observation des mammifères marins en période de pointe dans les trois secteurs les plus fréquentés de 1992 à 1996..... | 19 |
| Tableau 9. Répartition des résidences secondaires dans les municipalités riveraines du fjord du Saguenay | 23 |
| Tableau 10. Répartition des résidences secondaires dans les municipalités riveraines de la rive sud de l'estuaire..... | 24 |
| Tableau 11. Répartition des résidences secondaires dans les municipalités riveraines de la rive nord de l'estuaire | 25 |
| Tableau 12. Description des principaux territoires protégés de la zone d'étude | 26 |

LISTE DES FIGURES

| | Page |
|---|------|
| Figure 1. Localisation des activités des bateaux d'observation des baleines en 1994, 1995 et 1996 | 18 |

CHAPITRE 3. USAGES

1. INTRODUCTION ET MÉTHODOLOGIE

Le présent chapitre présente un portrait sommaire des usages associés aux habitats et aux ressources marines de la zone d'étude. Ce portrait se limite aux activités humaines directement axées sur l'exploitation d'une ressource marine ou qui utilisent le milieu marin comme support. Les activités terrestres susceptibles d'avoir des répercussions sur le milieu marin sont décrites au Chapitre 4.

La description des usages met l'emphase sur la localisation précise des activités à l'intérieur de la zone d'étude, sur la détermination de leur importance relative en termes de quantité, d'intensité ou de superficie et sur les tendances actuelles dans l'évolution de leur importance. L'importance socio-économique des usages n'est pas décrit; une étude réalisée parallèlement à la présente étude porte spécifiquement sur ce sujet (Tecsult, 1999). Les impacts des usages décrits dans ce chapitre sur les habitats et les ressources marines sont décrits au Chapitre 4. Par ailleurs, plusieurs sections des Chapitres 5, 6, 7, 8 et 9 donnent plus de détails sur les usages et leurs impacts pour chacun des types d'habitats et chacune des ressources marines importantes.

2. PRÉLÈVEMENTS BIOLOGIQUES

2.1. PÊCHES COMMERCIALES

Le Tableau 1 présente le volume de ressources halieutiques débarquées par la pêche commerciale dans les ports situés à l'intérieur des limites de la zone d'étude. Bien qu'une partie de ces débarquements peut provenir d'une récolte réalisée à l'extérieur de la zone d'étude et qu'une partie de la récolte réalisée à l'intérieur de la zone d'étude peut être débarquée dans des ports situés à l'extérieur de la zone d'étude, les valeurs présentées dans ce tableau sont représentatives de la pêche commerciale dans la zone d'étude.

Lorsque comparée à l'ensemble du Québec, la zone d'étude constitue une région de pêche majeure pour la Mye commune, l'Oursin vert et l'Anguille d'Amérique, une région importante, mais pas la principale, pour le Crabe des neiges, le Flétan du Groenland, le Buccin, le Capelan et l'Esturgeon noir et une région marginale pour les poissons de fond (autres que le Flétan du Groenland), la Crevette nordique, les pétoncles et le homard.

La pêche commerciale dans la zone d'étude est en décroissance constante depuis le milieu des années 1980. En effet de 1985 à 1997, le nombre de pêcheurs actifs dans l'ensemble des quatre districts statistiques de pêche est passé de 180 à 97, le nombre de bateaux actifs, de 130 à 102 et le volume total des débarquements, de 3 002 t à 2 465 t (Bérubé, 1990; MPO, 1999a).

La **Carte 1** localise les principales zones de pêche commerciale dans la zone d'étude. Les informations présentées proviennent surtout d'une enquête réalisée auprès des pêcheurs et agents des pêches de la région en 1995 (Biorex, 1995; 1996). Bien qu'il soit possible que les zones de pêche se déplacent avec les années, cette carte donne un portrait d'ensemble

Tableau 1
Volume (t) des débarquements de ressources halieutiques dans la zone d'étude en 1997 (MPO, 1999a).

| <i>Espèce</i> | <i>District 01 (partie)^a et District 02 de Saint-Roch-des- Aulnaies à Saint-André</i> | <i>District 03 et District 04 (partie)^b de Notre-Dame-du- Portage à Métis-sur-Mer</i> | <i>District 16 de Cap-Tourmente à Baie-Sainte-Catherine^c</i> | <i>District 17 de Tadoussac à la rivière Betsiamites</i> | <i>Total</i> |
|--|--|--|---|--|-------------------|
| Poissons de fond | | | | | |
| • Flétan du Groenland | 0 | 226,8 | 0 | 95,9 | 322,7 |
| • Morue franche | 0 | 8,2 | 0 | 0 | 8,2 |
| • Sébastes | 0 | < 0,1 | 0,8 | 5,8 | 6,6 |
| • Flétan de l'Atlantique | 1,2 | 3,3 | 0 | 1,6 | 6,1 |
| • Plie canadienne | 0 | 2,3 | 0 | 0,8 | 3,1 |
| • Plie grise | 0 | 3,1 | 0 | 0 | 3,1 |
| • Merluche blanche | 0 | < 0,1 | 0 | 0 | < 0,1 |
| • Plie rouge | 0 | < 0,1 | 0 | 0 | < 0,1 |
| • Autres poissons de fond | 0,8 | < 0,1 | 0,8 | 0 | 1,7 |
| Poissons pélagiques | | | | | |
| • Capelan | 0 | 63,7 | 117,1 | 33,8 | 214,6 |
| • Hareng | 0 | 68,1 | 0 | 0,3 | 68,4 |
| • Maquereau | < 0,1 | 0,2 | < 0,1 | 0,4 | 0,7 |
| Poissons anadromes et catadromes | | | | | |
| • Anguille | 89,5 | 15,0 | 0,5 | 0 | 105,0 |
| • Éperlan | 0,2 | 1,3 | 8,6 | 0 | 10,1 |
| • Autres poissons anadromes ^d | 18,6 | 5,9 | < 0,1 | 0 | 24,5 |
| Invertébrés | | | | | |
| • Mye commune | 0,1 | 0,8 | 0 | 805,6 ^e | 806,5 |
| • Crabe des neiges | 0 | 412,0 | 0 | 205,5 | 617,5 |
| • Buccin | 0 | 45,7 | 0 | 122,9 | 168,6 |
| • Moule bleue | < 0,1 | 0,2 | 0,4 | 2,9 | 3,5 |
| • Oursin | ? ^f | ? ^f | ? ^f | ? ^f | 92,5 ^f |
| • Mactre de Stimpson | 0 | 0 | 0 | 0,2 | 0,2 |
| • Palourde | 0 | 0 | < 0,1 | 0,1 | < 0,1 |
| • Autres invertébrés | 0 | 1,0 | < 0,1 | 0 | 1,0 |
| TOTAL | 110,4 | 857,7 | 128,3 | 1 275,8 | 2 464,8 |

a Saint-Roch-des-Aulnaies est le seul port de débarquement du district 01 situé à l'intérieur des limites de la zone d'étude.

b Sainte-Flavie est le seul port de débarquement du district 04 situé à l'intérieur de la zone d'étude.

c Aucun débarquement entre Cap-Tourmente et Petite-Rivière-Saint-François.

d Presque entièrement de l'Esturgeon noir; un peu d'Alose savoureuse et de Poulamon atlantique (MPO, 1999a).

e Une partie importante des débarquements sont récoltés en dehors de la zone d'étude (Péninsule de Manicouagan).

f La distribution spatiale des 92,5 t d'oursins débarqués dans les ports de l'estuaire du Saint-Laurent n'est pas connue.

représentatif de la situation actuelle. Les données disponibles sur la pêche à l'oursin ne permettent pas de localiser avec précision les sites de récolte de cette espèce.

Il est possible de reconnaître quatre secteurs distincts à l'intérieur de la zone d'étude (**Carte 1**):

- fjord du Saguenay : pêche commerciale pratiquement inexistante à l'exception de quatre pêches fixes intertidales ciblant des espèces anadromes et le hareng. Ces engins ne seraient pas installés toutes les années et ne peuvent être utilisés entre le 16 mars et le 31 octobre;
- rive nord de l'estuaire moyen : activité marginale pratiquée par quelques pêcheurs visant le capelan, l'éperlan, l'Esturgeon noir, l'anguille et l'oursin;
- rive sud de l'estuaire moyen: activité plus importante visant principalement l'anguille, l'Esturgeon noir et l'oursin;
- estuaire maritime : pêche plus importante et plus diversifiée que dans les autres secteurs visant principalement des espèces marines (mye, buccin, oursin, hareng, Flétan du Groenland, Crabe des neiges et Flétan atlantique).

Le Tableau 2 présente un sommaire des caractéristiques des onze principales pêches commerciales de la zone d'étude. Des informations plus détaillées sur la plupart de ces pêches sont présentées dans les Chapitres 6 et 8.

2.2. PÊCHES RÉCRÉATIVES ET SPORTIVES

Le Tableau 3 présente un sommaire des informations disponibles sur les pêches récréatives et sportives réalisées dans la zone d'étude et la **Carte 2** localise ces activités. La pêche blanche dans le Saguenay est la principale activité de ce type dans la zone d'étude. Cette pêche a connu un développement extrêmement rapide depuis le milieu des années 1980 pour atteindre un effort total de 37 500 jours-pêcheurs en 1998. Les espèces visées par cette pêche blanche sont l'éperlan, les sébastes, la morue et le Flétan du Groenland et les principaux sites de pêche sont situés à Saint-Fulgence, La Baie, Rivière-Éternité, l'Anse-Saint-Jean et Sainte-Rose-du-Nord. La pêche blanche sur les côtes de l'estuaire est beaucoup moins importante et ne vise que l'éperlan.

On ne dispose pas de données sur l'effort et le volume de récolte récréative de myes. Cette activité est très populaire au printemps et en automne le long de la Haute-Côte-Nord.

La pêche de l'éperlan en eau libre à partir des quais constitue aussi une activité populaire dans l'ensemble de la zone d'étude et, plus particulièrement, sur les côtes de Charlevoix en automne.

Les tributaires du fjord du Saguenay abritent plusieurs populations importantes d'Omble de fontaine anadrome et le fjord constitue un secteur important de pêche en eau libre de cette espèce. Dans l'estuaire, ce type de pêche sportive n'est important que dans la baie Laval, près de Forestville.

La pêche sportive du saumon est interdite dans la zone d'étude; elle n'est pratiquée que dans les rivières tributaires de la zone d'étude (12 rivières à saumon ouvertes à la pêche).

Tableau 2
Caractéristiques des principales pêches commerciales de la zone d'étude.

| Type de pêche | Secteur et profondeur (voir aussi la carte 1) | Nombre de permis dans la zone d'étude (1997) | Engin de pêche | Période | Espèce(s) visée(s) | Débarquements (t) de l'espèce visée | | Prises accidentelles commerciales | Permis requis | Limitation du nombre de permis | Zones d'exclusion | Dates d'ouverture/ fermeture | Limitation du nombre d'engins | Normes concernant les engins | Taille minimale/maximale | Contingent global | Contingents individuels | Observation en mer et vérification des débarquements | Source |
|------------------------------|---|---|---|-----------------------------------|---|--|--|--|--|-----------------------------------|---|---|--|---|--|---|----------------------------|--|---------------|
| | | | | | | 1997 | Tendance 1990-1997 | | | | | | | | | | | | |
| Récolte commerciale de myes | Haute-Côte-Nord zone intertidale | Indéterminé | Bêche et pelle | Avril à octobre | Mye commune | 806,5 | Augmentation de 108 % | Aucune | Seulement pour la récolte destinée à la déperation | Non | Selon la salubrité et toxicité des secteurs coquilliers | Selon la salubrité et la toxicité des secteurs coquilliers | Non | Non | Minimale : 5,1 cm | Non | Non | Non | 1, 2, 3 |
| Pêche du Crabe des neiges | Estuaire maritime 40-200 m | 22 permis dont 14 résidents de la zone d'étude | Casier appâté | Avril-juillet | Crabe des neiges | 617,5 | Augmentation de 15 % | Aucune | Oui | Limité à 22 | Fjord du Saguenay | Fin mars à fin juillet ou lorsque le pourcentage de crabes blancs > 20 % | 150 casiers japonais ou 75 casiers de 2,1 m ³ | Oui | Minimale : 95 mm LC | Oui Varié selon l'état de la ressource | Oui | Oui | 1, 2, 3, 4 |
| Pêche du Flétan du Groenland | Estuaire maritime > 200 m | 33 permis dans la zone d'étude et pêcheurs provenant de l'extérieur | Filet maillant sur le fond | Mai-juillet | Flétan du Groenland | 322,7 | Diminution de 38 %; augmentation depuis 1996 | Sébaste Plie canadienne Plie grise Morue franche Merluche blanche Plie rouge Flétan atlantique | Oui | Oui | Fjord du Saguenay | Non | 80 filets de 50 brasses | Mailles de 15,2 cm | Non | 5 000 t pour l'ensemble du golfe (1998) | Depuis 1999 | Oui | 1, 2, 3, 5 |
| Pêche du buccin | Estuaire maritime 10-20 m | 12 permis | Casier appâté | Été | Buccin | 168,6 | Augmentation de 329 % | Aucune | Oui | Oui | Fjord du Saguenay | Non | 100 casiers | Oui | Minimale : 6,0 cm | Non | Non | Non | 1, 2 |
| Pêche de l'anguille | Principalement le long de la rive sud de l'estuaire moyen en zone intertidale | 139 trappes | Trappe à anguilles | Octobre | Anguille d'Amérique | 105,0 | Diminution de 75 % | Poulamon atlantique Plie rouge Plie lisse | Oui | Oui | Non | 1 ^{er} septembre au 30 novembre | Oui | Non | Minimale : 20 cm | Non | Non | Non | 1, 2, 6 |
| Pêches fixes intertidales | En zone intertidale | 11 permis | Trappes, fascines | Mai-octobre | Capelan Hareng Alose Éperlan Anguille | Capelan : 214,6 | Capelan : augmentation de 52 p. 100 | Poulamon Plies Morue | Oui | Non | Interdiction de pêcher dans le Saguenay entre le 16 mars et le 31 octobre | Interdiction de pêcher dans le Saguenay entre le 16 mars et le 31 octobre | Moratoire dans le Saguenay | Non | Non | Non | Non | Non | 1, 2, 3, 7, 8 |
| Pêche de l'Esturgeon noir | Principalement le long de la rive sud de l'estuaire moyen (10-40 m) | 25 permis en 1993 | Filet maillant sur le fond | 1 ^{er} mai au 31 août | Esturgeon noir | ~ 20,0 | Diminution | Inconnu | Oui | Oui | Non | 1 ^{er} mai au 31 août | Oui | Taille des mailles | Minimale : 100 cm Maximale : 150 cm | 60 t | Oui | Non | 1, 2, 3, 9 |
| Pêche du hareng | Rives nord et sud de l'estuaire maritime et rive sud de l'estuaire moyen | 48 permis | Filet maillant en surface | Printemps et août sur la rive sud | Hareng atlantique | 68,4 | Diminution de 70 % | Inconnu | Oui | Non | Fjord du Saguenay du 1 ^{er} mai au 31 octobre et à moins de 500 m d'une rivière à saumon | Non | 500 brasses de filets | Mailles de 5,7 cm le printemps et 6,7 cm l'automne | Non | Non | Non | Non | 1, 2, 3 |
| Pêche du Flétan atlantique | Estuaire du Saint-Laurent | 7 permis | Palangre | Tôt au printemps | Flétan atlantique | ~ 5,0 | Augmentation de 20 % | Inconnu | Oui | Non | Fjord du Saguenay | Non | Non | Hameçons de 35,6 mm minimum | Minimale : 81 cm | 300 t (1998) dans l'ensemble du golfe | Non | Non | 1, 2, 3 |
| Pêche de l'oursin | Rives nord et sud de l'estuaire (0-10 m) | 10 permis | Cueillette manuelle en plongée sous-marine et casiers | Inconnue | Oursin vert | 92,5 ^a | Inconnu | Aucune prise accidentelle n'est permise | Oui | Non | 4 zones d'exclusion le long de la rive nord | Non | 5 plongeurs par permis et maximum de 100 casiers | Seule la plongée sous-marine est permise dans le PMSL | Minimale : 5,0 cm | Non | Non | Non | 1, 2, 3, 10 |
| Pêche de poissons-appât | Principalement le long des deux rives de l'estuaire maritime (10-20 m) par les pêcheurs de crabe et de buccin | 37 permis | Filet maillant en surface | Printemps | Hareng atlantique | Non comptabilisé par le MPO | Inconnu | Inconnu | Oui | Non | Fjord du Saguenay du 1 ^{er} mai au 31 octobre et à moins de 500 m d'une rivière à saumon | Non | 50 brasses de filets | Mailles de 5,7 cm le printemps et 6,7 cm l'automne | Non | 90,7 kg par pêcheur par jour | Non | 1, 2, 3 | |

Sources : 1) MPO, 1999a; 2) Archambault, 1999; 3) Morisset, 1999; 4) Dufour et Sainte-Marie, 1999; 5) MPO, 1997; 6) Tremblay, 1997; 7) Grégoire *et al.*, 1999; 8) Bérubé et Lambert, 1999; 9) Therrien, 1998; 10) Pelletier, 1999.

a Débarquements pour l'ensemble de l'estuaire.

Tableau 3
Sommaire des caractéristiques des principaux types de pêche sportive et récréative dans la zone d'étude.

| Type de pêche | Principaux secteurs | Période | Espèces visées | Type d'engin de pêche | Fréquentation/effort de pêche en jours-pêcheurs sauf si indiqué autrement | Nombre de poissons capturés en 1998 (sauf si indiqué autrement) | Mesures de gestion | Source |
|--|--|------------------------------|---|---|---|---|--|--|
| Cueillette de mollusques littoraux | Haute-Côte-Nord | Mai à octobre | Mye commune | Bêche et pelle | Inconnu | Inconnu | Aucun permis requis; fermeture/ouverture des secteurs de pêche en fonction de la salubrité et toxicité des mollusques; taille minimale légale de 5,1 cm | Gagnon et Bergeron, 1999; Morisset, 1999 |
| Pêche sportive du Capelan | Rive nord de l'estuaire | Mars à mi-juin | Capelan | Canne à pêche et épuisette | Inconnu | Inconnu (plusieurs tonnes) | Aucun permis requis; interdiction de pêcher à l'aide de seines de rivage sans permis | MPO, 1999c |
| Pêche sportive de l'éperlan en eau libre | Saguenay | Août-octobre | Éperlan arc-en-ciel | Canne à pêche | 5 000 (1995) | Inconnu | Aucun permis requis, limite de 120 éperlans par personne par jour; interdiction de pêche à l'épuisette et au carrelet dans l'embouchure de la rivière Ouelle | Archambault, 1999 |
| | Charlevoix | Automne | Éperlan arc-en-ciel | Canne à pêche | 29 500 (1977) | 789 500 (1977) | | Robitaille et Vigneault, 1990 |
| | Haute Côte-Nord (quai des Pilotes) | - | Éperlan arc-en-ciel | Canne à pêche | Inconnu | Inconnu | | Archambault, 1999 |
| | Rive sud de l'estuaire | Juin-novembre | Éperlan arc-en-ciel | Canne à pêche | 3 370 heures-pêcheurs (1991) | 181 880 (1991) | | Robitaille <i>et al.</i> , 1994 |
| Pêche à la Truite de mer | Saguenay | Mai à mi-juin | Ombre de fontaine | Canne à pêche | 3 358 (1997) | Inconnu | Limite de 15 truites par personne par saison | Lesueur, 1998 |
| | Baie Laval | Inconnu | Ombre de fontaine | Canne à pêche | Inconnu | Inconnu | | Gagnon et Bergeron, 1999 |
| Pêche du saumon | Rivières à saumon | 1 ^{er} juin-31 août | Saumon de l'Atlantique | Canne à pêche | 7 736 (1998) | 763 diminution de 52 % de 1990 à 1998 | Permis requis; limite de 1 saumon par personne par jour | MEF, 1999a |
| Pêche aux poissons de fond en eau libre | Saguenay (partie aval) | Été | Morue franche Flétan du Groenland Sébeste Poulamon atlantique | Dandinette Canne à pêche | 200-500 (1990-1995) | Inconnu | Limite de 25 poissons de fond, 5 morues et 1 flétan par personne par jour | Lesueur et Archer, 1996 |
| | Saguenay | Hiver | Éperlan arc-en-ciel Sébastes Morue franche Flétan du Groenland | Brinbale Dandinette Canne à pêche | 37 500 (1998) 1 016 cabanes (1998) | Éperlans : 1 231 300 Sébastes: 139 300 Morues : 18 900 Flétans : 1 260 | | |
| Pêche blanche | Haute-Côte-Nord (rivières Portneuf et Laval) | Hiver | Éperlan arc-en-ciel | Brinbale Dandinette Canne à pêche | 25 961 heures-lignes (1996-1997) 129 cabanes (1996-1997) | 66 700 (1996-1997) | Limite de 120 éperlans par personne par jour | MEF, 1999b |
| | Isle-Verte | Hiver | Éperlan arc-en-ciel | Brinbale Dandinette | ~ 1 140 (1991-1992) 76 cabanes (1991-1992) | 46 400 (1991-1992) | Limite de 120 éperlans par personne par jour | Robitaille <i>et al.</i> , 1995 |

La seule zone de pêche sportive en eau libre des poissons de fond répertoriée dans la zone d'étude est située le long des deux rives du bassin inférieur du Saguenay. Les espèces visées par cette pêche sont la morue, le Flétan du Groenland, les sébastes et, parfois, les poulamons.

Au printemps, le Capelan est l'objet d'une pêche récréative à l'épuisette sur les plages où il fraye. Les principaux sites de récolte sont situés entre Forestville et Sainte-Anne-de-Portneuf et dans la baie de Saint-Irénée. Le Capelan est aussi pêché à la ligne dans la région des Escoumins.

On retrouve des informations plus détaillées sur ces pêches récréatives et sportives dans les Chapitres 6 et 8.

2.3. CHASSE AUX OISEAUX MIGRATEURS

2.3.1. Secteurs de chasse

Dans la zone d'étude, la chasse aux oiseaux migrateurs est pratiquée surtout dans l'estuaire du Saint-Laurent. Elle n'est pas importante dans le fjord du Saguenay en raison du peu d'habitats propices à la sauvagine et aussi parce que la chasse est interdite le long de certains segments de rive à l'intérieur du parc provincial du Saguenay (Mousseau et Armellin, 1995). Les battures de Saint-Fulgence et la baie Sainte-Marguerite sont les deux principaux sites fréquentés par les chasseurs (Mousseau et Armellin, 1995; Archambault, 1999).

Bien qu'il n'existe pas de données sur la fréquentation des rives de la zone d'étude par les chasseurs de sauvagine, il est possible d'identifier de façon générale les secteurs les plus populaires. Dans l'estuaire, les secteurs de chasse les plus fréquentés sur la rive sud sont situés entre la limite amont de la zone d'étude et Rimouski, notamment les secteurs de l'Isle-Verte et de Rimouski. Le long de la rive nord de l'estuaire moyen, la chasse est surtout pratiquée le long des battures depuis la baie des Rochers jusqu'à l'embouchure du Saguenay. Sur la rive nord de l'estuaire maritime, la chasse est pratiquée principalement sur la batture de la pointe aux Vaches, dans la baie des Bergeronnes (Archambault, 1999), dans la baie des Bacons, sur les battures de Mille-Vaches, le long de la péninsule de Portneuf, dans les baies Laval et aux Plongeurs et sur les battures aux Gibiers (CZIP, 1998).

2.3.2. Secteurs et espèces exclus de la chasse

Dans la zone d'étude, la chasse aux oiseaux migrateurs est interdite dans les réserves nationales de faune des Îles-de-l'Estuaire et de Pointe-au-Père (voir l'item 5.2), dans les refuges d'oiseaux migrateurs de l'île aux Basques et de l'Isle-Verte (voir l'item 5.3) ainsi que dans les zones d'interdiction de chasse de Saint-Denis-de-Kamouraska et du Bic (voir l'item 5.4). Une telle interdiction est aussi en vigueur dans les parcs provinciaux du Saguenay et du Bic (voir l'item 5.5) de même que dans les sites protégés par des organismes non gouvernementaux notamment les îles Pèlerins, l'île aux Lièvres, les îles du Pot à l'Eau-de-Vie, l'île aux Pommes et l'île Saint-Barnabé (voir l'item 5.8).

Pour l'année 1998-1999, la chasse à l'Arlequin plongeur (connu antérieurement sous le nom de Canard arlequin) et aux râles était interdite dans la zone d'étude en raison de leur statut: selon

le Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC, 1999), l'Arlequin plongeur est une espèce en danger de disparition et le Râle jaune est une espèce vulnérable.

2.3.3. Période de chasse

La chasse est pratiquée selon le calendrier établi pour chacun des districts fédéraux de chasse en vertu de la *Loi sur la Convention concernant les oiseaux migrateurs* et ses règlements. Dans la portion amont de la zone d'étude (district F; Tableau 4), la chasse débute le 25 septembre (sauf pour la Bernache du Canada et les bécasses) et se termine entre le 9 et le 26 décembre selon l'espèce. Dans le cas de la Bernache du Canada, la chasse n'est permise que dans les terres agricoles entre le 6 et le 24 septembre. En aval de l'île aux Lièvres ainsi que dans la portion du Saguenay en aval de Saint-Basile-de-Tableau, la chasse aux oiseaux migrateurs débute le 18-19 septembre et se termine le 26 décembre (sauf pour la chasse aux garrots qui se termine le 14 novembre). Dans la portion amont du fjord du Saguenay (district D), la chasse est permise, sauf exceptions indiquées au Tableau 4, entre la mi-septembre et la mi-décembre.

Pour la première fois en 1999, une chasse printanière à la Grande Oie des neiges a été instaurée afin d'augmenter de 12 à 24 p. 100 le taux de prélèvement de cette espèce par la chasse sportive (SCF, 1999b). Dans la zone d'étude, cette chasse était permise uniquement dans les terres agricoles entre le 15 avril et le 31 mai.

Les heures de chasse aux oiseaux migrateurs sont aussi réglementées: au sud du 60^e parallèle, il est permis de chasser au cours d'une période débutant ½ heure avant le lever du soleil pour se terminer ½ heure après le coucher du soleil (SCF, 1999b).

2.3.4. Composition des captures

Aucune information n'est disponible pour le secteur du Saguenay. Les seules données disponibles pour la zone d'étude sur les espèces abattues par les chasseurs sportifs concernent la période 1977 à 1981 (Lehoux *et al.*, 1985; Tableau 5). Dans le secteur situé entre l'île aux Coudres et l'embouchure du Saguenay, les canards barboteurs, principalement le Canard noir, la Sarcelle à ailes vertes ainsi que le Canard pilet, représentaient 70 p. 100 des prises. Les canards plongeurs étaient au second rang (12,7 p. 100 du nombre d'oiseaux abattus) suivis des oies, bernaches et canards de mer. Ces données incluent les oiseaux abattus à l'intérieur des terres et ne sont pas nécessairement représentatives de la chasse dans la zone d'étude.

L'importance des canards de mer dans les captures était nettement plus élevée dans l'estuaire maritime (31 p. 100) que dans la portion aval de l'estuaire moyen. Un peu plus de la moitié des prises de l'Eider à duvet de tout le système du Saint-Laurent provenait d'ailleurs du secteur de l'estuaire maritime à cette époque (Lehoux *et al.*, 1985). Les canards barboteurs constituaient aussi une part importante des captures (37,6 p. 100) et étaient en majorité (55 p. 100) des canards noirs. Les canards plongeurs (surtout le Garrot commun et le Petit morillon) et le groupe des oies et bernaches étaient en proportion à peu près égales (environ 15 p. 100; Tableau 5) dans les prises de ce secteur.

Tableau 4

Période de chasse fixée pour les différentes espèces d'oiseaux dans les trois districts fédéraux de chasse aux oiseaux migrateurs de la zone d'étude en 1998-1999.

| <i>Espèce</i> | <i>District F Portion de la zone d'étude en amont du trajet de la traverse Saint-Siméon/Rivière-du-Loup</i> | <i>District E Portion de la zone d'étude en aval du trajet de la traverse Saint-Siméon/Rivière-du-Loup et en aval de Saint-Basile-de-Tableau dans le Saguenay</i> | <i>District D Portion du fjord du Saguenay en amont de Saint-Basile-de-Tableau</i> |
|--|---|---|--|
| Canards (autres que garrots et Arlequin plongeur), Oies (autres que l'Oie des neiges), Bernaches (autres que Bernache du Canada) et bécassines | 25 septembre au 26 décembre | 18 septembre au 26 décembre | 18 septembre au 26 décembre |
| Oie des neiges | 25 septembre au 9 décembre ¹ | 18 septembre au 26 décembre | 18 septembre au 24 septembre ¹ |
| Bernache du Canada | 6 septembre au 24 septembre ² | 18 septembre au 26 décembre | 18 septembre au 24 septembre ³ |
| Arlequin plongeur et râles | Aucune chasse | Aucune chasse | Aucune chasse |
| Gallinules et foulques | 25 septembre au 26 décembre | Aucune chasse | Aucune chasse |
| Garrots | 25 septembre au 26 décembre | 18 septembre au 14 novembre ⁴ | 18 septembre au 26 décembre |
| Bécasse | 19 septembre au 26 décembre | 19 septembre au 26 décembre | 19 septembre au 26 décembre |

Source : SCF, 1999b.

- 1 La chasse à l'Oie des neiges est toutefois permise sur les terres agricoles entre le 6 et le 24 septembre (district F) ou entre le 6 et le 17 septembre (district D).
- 2 Sur les terres agricoles uniquement.
- 3 La chasse à la Bernache du Canada est toutefois permise dans ce district entre le 6 et le 17 septembre uniquement sur les terres agricoles.
- 4 Dans le district E, la chasse aux garrots se poursuit du 15 novembre au 26 décembre uniquement à plus de 100 mètres de la limite des hautes eaux de l'estuaire du Saint-Laurent.

Tableau 5
 Importance relative (%) des quatre groupes d'espèces basée sur le nombre d'oiseaux abattus par les chasseurs dans la région de l'estuaire du Saint-Laurent pour la période 1977-1981.

| Groupe | Secteur de l'estuaire moyen¹ | Secteur de l'estuaire maritime¹ |
|---|--|---|
| | Baie-Saint-Paul à Tadoussac Saint-Roch-des-Aulnais à Trois-Pistoles | Tadoussac à Pointe des Monts Trois-Pistoles à Matane |
| Oies et bernaches (Oie blanche et Bernache du Canada) | 9,9 | 14,1 |
| Canards barboteurs (Canard noir et ses hybrides, sarcelles, Canard pilet, Canard malard) | 70,1 | 37,6 |
| Canards plongeurs (garrots, morillons, et becs-scie) | 12,7 | 17,3 |
| Canards de mer (eiders, kakawi et macreuses) | 7,3 | 31,1 |

Source : Lehoux *et al.*, 1985.

1 Les données disponibles incluent les oiseaux abattus à l'intérieur des terres et ne sont pas nécessairement représentatives de la chasse dans la zone d'étude.

Il est important de noter que depuis le début des années 1980, la proportion d'eiders à duvet, de macreuses et de garrots dans les captures de l'estuaire s'est probablement accrue de façon importante en réponse à la réduction des limites de prises quotidiennes du Canard noir imposée depuis cette époque par les autorités canadiennes.

2.4. RÉCOLTE DE DUVET

Deux organismes, la Société Duvetnor et la Société protectrice des eiders de l'estuaire, font la récolte de duvet d'eider à une quinzaine de sites dans la zone d'étude (**Carte 3**). Tous ces sites de récolte sont des îles ou des récifs situés pour la plupart dans l'estuaire moyen. Les principaux sites de récolte sont l'île aux Fraises, l'île Blanche et l'île du Pot à l'Eau-de-Vie dans l'estuaire moyen ainsi que l'île Bicquette dans l'estuaire maritime (Archambault, 1999).

La récolte de duvet s'effectue au cours des deux ou trois premières semaines de juin au moment où les femelles couvent les nids. Le duvet n'est pas recueilli lorsque les canetons sont présents dans les nids. La quantité de duvet récolté ne dépasse pas 50 g (duvet brut) dans chacun des nids. Pour l'ensemble de l'estuaire en 1994, les récoltes totalisaient 805 kg (duvet brut) dont 130 kg ont été vendus sur le marché. Le Service canadien de la Faune est responsable de l'émission des permis de récolte de même que de la gestion et du suivi de l'exploitation.

2.5. CHASSE AUX PHOQUES

2.5.1. Secteurs et saison de chasse

Dans la zone d'étude, la chasse aux phoques est pratiquée en Haute-Côte-Nord entre le cap de Bon-Désir et la péninsule de Portneuf jusqu'à une distance de 10 km vers le large (Archambault, 1999; Fournier, 1999). La plupart des chasseurs proviennent des Escoumins et sillonnent ce territoire en embarcations à moteur de 5 à 7 m de longueur. Les phoques sont abattus à l'aide d'armes à feu (carabine ou fusil).

Le Phoque du Groenland et le Phoque gris sont les deux espèces chassées dans la zone d'étude. La chasse au Phoque du Groenland est autorisée du 15 novembre au 30 avril mais elle ne débute qu'à la mi-décembre au moment où les phoques pénètrent dans l'estuaire maritime. Pour le Phoque gris, la chasse n'est permise que du 29 février au 30 avril et du 1^{er} octobre au 31 décembre.

2.5.2. Captures de phoques

Le nombre de phoques abattus dans la zone d'étude entre 1987 et 1992 a été en moyenne de 1 037 par année. Le Phoque du Groenland représentait 80 p. 100 des captures en 1989-1990 dans le secteur Tadoussac/Les Escoumins/Trois-Pistoles (Morisset, 1999).

La chasse au Phoque commun est interdite dans la zone d'étude en raison de son statut précaire mais des spécimens de cette espèce seraient abattus chaque année par mégarde dans la zone d'étude pendant la saison de chasse (Archambault, 1999).

2.6. AQUACULTURE

Plusieurs projets maricoles de nature expérimentale ont été menés dans la zone d'étude depuis le début des années 1990. Il s'agit des essais de stabulation en mer du Crabe des neiges effectués à Saint-Fabien-sur-Mer (Coulombe, 1991) et au large de Trois-Pistoles (Provencher *et al.*, 1995) ainsi que ceux sur le conditionnement de l'anguille en casiers réalisés dans le secteur de Saint-Fabien-sur-Mer (Bérubé, 1992). Aucun de ces projets n'a conduit à une production commerciale et ils ont tous été abandonnés en raison de problèmes techniques ou de rentabilité.

Le grossissement de l'Oursin vert en milieu naturel est la seule activité maricole en cours dans la zone d'étude. Cette activité consiste à recueillir les oursins dans des sites où les densités sont élevées pour les transférer vers d'autres où les oursins sont absents ou peu nombreux et où la nourriture (surtout les algues laminaires) est plus abondante de façon à favoriser leur croissance. Les oursinsensemencés sont simplement déposés sur les fonds des aires de grossissement sans utiliser de structure de confinement (cage ou enclos). Quatre aires de grossissement ont jusqu'à maintenant été autorisées par le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation dans la zone d'étude (voir le Chapitre 8, section 6). La quantité d'oursins prélevés dans ces aires de grossissement était de 10,5 t en 1998 (Gagné, 1999).

3. TRAFIC MARITIME

Le Tableau 6 et la **Carte 4** présentent un sommaire des données disponibles sur le trafic maritime dans la zone d'étude. Ces données permettent d'estimer très approximativement à au moins 80 000 le nombre total annuel de déplacements de bateaux dans la zone d'étude, en excluant les kayaks de mer et motomarines, et à plus de 90 000 par année le nombre de mouvements (entrées et sorties) de bateaux dans les ports/havres/marinas/quais de la zone d'étude (en excluant les kayaks de mer et motomarines).

Le secteur situé dans et au large de l'embouchure du Saguenay, compris entre Baie-Sainte-Catherine, Tadoussac, Grandes-Bergeronnes et l'île Rouge, est celui où le trafic est le plus intense dans la zone d'étude. En effet, on retrouve dans ce secteur le service de traversiers Baie-Sainte-Catherine/Tadoussac (32 525 déplacements de navires par année), la voie maritime du Saint-Laurent (5 231 déplacements par année) dont une partie du trafic (662 déplacements par année) bifurque pour entrer dans le Saguenay, le secteur le plus fréquenté par les croisières d'observation des baleines (total d'environ 7 500 déplacements en 1997 pour l'ensemble de cette industrie), la présence de deux marinas (Tadoussac, Grandes-Bergeronnes) accueillant un grand nombre de visiteurs qui les utilisent comme base pour des déplacements vers les secteurs d'observation des baleines, le fjord du Saguenay ou encore comme escale vers d'autres secteurs situés hors de la zone d'étude.

Tableau 6
Sommaire du trafic maritime dans la zone d'étude.

| <i>Type de trafic</i> | <i>Nombre de déplacements ou mouvements de bateaux par année</i> | <i>Remarques</i> | | <i>Source</i> |
|--|--|---|--|-------------------------------|
| Voie maritime du Saint-Laurent à la hauteur des Escoumins (trafic national, international et institutionnel) | 5 231 mouvements de navires (1997) 63,5 p. 100 entre mai et octobre (inclusivement) | Mouvements de bateaux par catégorie en 1997 : • Navires marchands : 3 970 • Navires citernes : 866 • Remorqueurs : 174 • Barges : 12 • Dragues : 6 | • Paquebots : 21 • Navires institutionnels (GCC, DN, etc.) : 142 • Autres (grands voiliers, etc.) : 40 | 1 |
| Voie maritime du Saguenay (trafic national, international et institutionnel) | 662 mouvements de navires (1997) 63,1 p. 100 entre mai et octobre (inclusivement) | Mouvements de bateaux par catégorie en 1997 : • Navires marchands : 406 • Navires citernes : 40 • Remorqueurs : 8 • Paquebots : 41 | • Navires institutionnels (GCC, DN, etc.) : 144 • Autres (grands voiliers, etc.) : 23 | 1 |
| Ports commerciaux de la zone d'étude | Inconnu | • Rivière-du-Loup • Gros-Cacouna • Rimouski-Est • Pointe-au-Pic | • Cap-à-l'Aigle • Port-Alfred (La Baie) • Grande-Anse (Chicoutimi) • Quai Albert-Maltais (Chicoutimi) | 2, 3, 4 |
| Traversiers | ~ 45 000 | Mouvements de bateaux et période : • Rivière-du-Loup/Saint-Siméon : 1 788 (1997); début avril à début janvier avec pointe de la mi-juillet à la mi-août • Traversier de l'île Verte : non déterminé • Trois-Pistoles/île aux Basques : ~ 640 (1998); 1 ^{er} mai au 15 novembre • Trois-Pistoles/Les Escoumins : 700 (1997); mi-mai à mi-octobre • Rimouski-Est/Forestville : 1 050 (1998); mai à octobre • Traversier de l'île aux Coudres : 8 505 (1998); annuel avec pointe du 24 juin au 6 septembre • Baie-Sainte-Catherine/Tadoussac : 32 525 (1997); annuel | | 1 1 5 6 1 |

| <i>Type de trafic</i> | <i>Nombre de déplacements ou mouvements de bateaux par année</i> | <i>Remarques</i> | <i>Source</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|--|---|---------------|--------|--------|-------------------|---|---|-------------|---|---|------------------|---|---|----------------|---|---|-----------------|---|---|-----------------------------------|----|---|-----------------------|---|---|------------------------------------|----|---|------------|---|---|------------------------------|---|---|--------------|-----------|-----------|---------|
| Bateaux de pêche | 7 100 débarquements (1997) (avril à octobre) | <p>Nombre de débarquements de ressources halieutiques en 1997 :</p> <ul style="list-style-type: none"> • La Pocatière : 8 • Rivière-Ouelle : 6 • Kamouraska : 60 • Saint-Germain : 2 • Saint-André : 1 • Rivière-du-Loup : 32 • Cacouna : 11 • Île Verte : 21 • L'Île-Verte : 8 • Rivière-Trois-Pistoles : 16 • Trois-Pistoles : 19 <ul style="list-style-type: none"> • Bic : 59 • Rimouski-Est : 597 • Pointe-au-Père : 1 • Saint-Siméon : 23 • Bergeronnes : 5 • Les Escoumins : 781 • Sault-au-Mouton : 50 • Pointe-au-Boisvert : 21 • Sainte-Anne-de-Portneuf : 529 • Forestville : 4 295 • Saint-Marc-de-Latour : 864 | 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Croisières aux baleines | ~ 7 500 excursions (1997) (de mai à octobre) | <p>Nombre de petits (< 25 passagers) et de grands bateaux par port d'attache (excluant les traversiers) en 1997 :</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th>Petits</th> <th>Grands</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>• Rivière-du-Loup</td> <td>4</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>• Île-Verte</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>• Trois-Pistoles</td> <td>2</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>• Rimouski-Est</td> <td>?</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>• Pointe-au-Pic</td> <td>?</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>• Baie-Sainte-Catherine/Tadoussac</td> <td>18</td> <td>9</td> </tr> <tr> <td>• Grandes-Bergeronnes</td> <td>8</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>• Anse aux Basques (Les Escoumins)</td> <td>10</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>• Portneuf</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>• Anse-de-Roche (Sacré-Cœur)</td> <td>2</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Total</td> <td>46</td> <td>14</td> </tr> </tbody> </table> | | Petits | Grands | • Rivière-du-Loup | 4 | 1 | • Île-Verte | 1 | 0 | • Trois-Pistoles | 2 | 0 | • Rimouski-Est | ? | 0 | • Pointe-au-Pic | ? | 1 | • Baie-Sainte-Catherine/Tadoussac | 18 | 9 | • Grandes-Bergeronnes | 8 | 1 | • Anse aux Basques (Les Escoumins) | 10 | 1 | • Portneuf | 1 | 0 | • Anse-de-Roche (Sacré-Cœur) | 2 | 1 | Total | 46 | 14 | 1, 8, 9 |
| | Petits | Grands | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| • Rivière-du-Loup | 4 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| • Île-Verte | 1 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| • Trois-Pistoles | 2 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| • Rimouski-Est | ? | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| • Pointe-au-Pic | ? | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| • Baie-Sainte-Catherine/Tadoussac | 18 | 9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| • Grandes-Bergeronnes | 8 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| • Anse aux Basques (Les Escoumins) | 10 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| • Portneuf | 1 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| • Anse-de-Roche (Sacré-Cœur) | 2 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Total | 46 | 14 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| <i>Type de trafic</i> | <i>Nombre de déplacements ou mouvements de bateaux par année</i> | <i>Remarques</i> | <i>Source</i> | |
|---|--|--|---|---------------------|
| Autres types de croisières (fjord du Saguenay, îles du Saint-Laurent, phares du Saint-Laurent, etc.) | Inconnu | Nombre de petits (< 25 passagers) et de grands bateaux par port d'attache (excluant les traversiers) en 1997 : | 1, 9 | |
| | | | Petits | Grands |
| | | • Montréal, Trois-Rivières, Québec | > 1 | 2 |
| | | • Saint-Jean-Port-Joli | 1 | 0 |
| | | • Rivière-du-Loup | 3 | 0 |
| | | • Trois-Pistoles | ? | 0 |
| | | • Bic | ? | 0 |
| | | • Rimouski-Est | ? | 1 |
| | | • Pointe-au-Pic | 0 | 1 |
| | | • Baie-Sainte-Catherine/Tadoussac | 3 | 0 |
| | | • Grandes-Bergeronnes | 1 | 0 |
| | | • Anse-aux-Basques (Les Escoumins) | 1 | 0 |
| | | • L'Anse-Saint-Jean | 1 | 1 |
| | | • Baie Éternité | 0 | 1 |
| • La Baie | 0 | 1 | | |
| • Chicoutimi | 0 | 1 | | |
| • Anse-de-Roche | 2 | 0 | | |
| | Total | > 13 | 8 | |
| Kayak de mer | 15 000 jours-kayak dans le PMSSL (1997) | Bases de location de kayaks de mer : <ul style="list-style-type: none"> • Saint-Germain • Rivière-du-Loup • Trois-Pistoles • Bic • Baie-Saint-Paul • Tadoussac • Grandes-Bergeronnes | <ul style="list-style-type: none"> • Sault-au-Mouton • La Baie • Rivière-Éternité • Anse-Saint-Jean • Petit-Saguenay • Anse-Saint-Étienne | 1, 2, 3, 4, 8, 9 |

| Type de trafic | Nombre de déplacements ou mouvements de bateaux par année | Remarques | Source | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------|--|---|----------------------------|-------------------------|--------------------------|----------------------------|-------------------|----|----|-----|------------------|----|----|---|-------|----|---|---|----------------|----|----|-----|------------------------------|---|---|---|-------------------|----|---|---|-----------------------------------|----|---|---|-----------------|----|----|----|-------------|----|----|-----|-----------------------|----|----|-----|-----------------|---|---|---|---------------------------|----|---|---|------------------|----|---|---|---------------------|----|----|-----|--------------------|----|---|---|-----------|----|----|-----|--------------|----|----|----|-------------------|----|----|---|------------------|---|---|---|-----------------------|---|----|----|-------------------------------|----|----|---|-------------|
| Navigation de plaisance | 15 000-16 000 déplacements dans le PMSSL (1997) (pic d'activité entre la mi-juin et le début de septembre) | Marinas de la zone d'étude et des régions limitrophes : <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Nombre de places à quai</th> <th>Nombre de membres (1997)</th> <th>Nombre de visiteurs (1997)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>• Rivière-du-Loup</td><td>65</td><td>32</td><td>458</td></tr> <tr><td>• Trois-Pistoles</td><td>42</td><td>28</td><td>4</td></tr> <tr><td>• Bic</td><td>27</td><td>?</td><td>?</td></tr> <tr><td>• Rimouski-Est</td><td>80</td><td>57</td><td>268</td></tr> <tr><td>• Petite-Rivière-St-François</td><td>8</td><td>?</td><td>?</td></tr> <tr><td>• Baie-Saint-Paul</td><td>20</td><td>?</td><td>?</td></tr> <tr><td>• Saint-Bernard (île aux Coudres)</td><td>60</td><td>?</td><td>?</td></tr> <tr><td>• Cap-à-l'Aigle</td><td>58</td><td>65</td><td>15</td></tr> <tr><td>• Tadoussac</td><td>90</td><td>33</td><td>520</td></tr> <tr><td>• Grandes-Bergeronnes</td><td>35</td><td>15</td><td>362</td></tr> <tr><td>• Les Escoumins</td><td>3</td><td>?</td><td>?</td></tr> <tr><td>• Sainte-Anne-de-Portneuf</td><td>25</td><td>?</td><td>?</td></tr> <tr><td>• Petit-Saguenay</td><td>10</td><td>?</td><td>?</td></tr> <tr><td>• L'Anse-Saint-Jean</td><td>50</td><td>22</td><td>500</td></tr> <tr><td>• Rivière-Éternité</td><td>27</td><td>?</td><td>?</td></tr> <tr><td>• La Baie</td><td>70</td><td>75</td><td>225</td></tr> <tr><td>• Chicoutimi</td><td>50</td><td>40</td><td>35</td></tr> <tr><td>• Chicoutimi-Nord</td><td>45</td><td>40</td><td>0</td></tr> <tr><td>• Saint-Fulgence</td><td>6</td><td>?</td><td>?</td></tr> <tr><td>• Sainte-Rose-du-Nord</td><td>9</td><td>33</td><td>78</td></tr> <tr><td>• Anse-de-Roche (Sacré-Coeur)</td><td>18</td><td>26</td><td>5</td></tr> </tbody> </table> | | Nombre de places à quai | Nombre de membres (1997) | Nombre de visiteurs (1997) | • Rivière-du-Loup | 65 | 32 | 458 | • Trois-Pistoles | 42 | 28 | 4 | • Bic | 27 | ? | ? | • Rimouski-Est | 80 | 57 | 268 | • Petite-Rivière-St-François | 8 | ? | ? | • Baie-Saint-Paul | 20 | ? | ? | • Saint-Bernard (île aux Coudres) | 60 | ? | ? | • Cap-à-l'Aigle | 58 | 65 | 15 | • Tadoussac | 90 | 33 | 520 | • Grandes-Bergeronnes | 35 | 15 | 362 | • Les Escoumins | 3 | ? | ? | • Sainte-Anne-de-Portneuf | 25 | ? | ? | • Petit-Saguenay | 10 | ? | ? | • L'Anse-Saint-Jean | 50 | 22 | 500 | • Rivière-Éternité | 27 | ? | ? | • La Baie | 70 | 75 | 225 | • Chicoutimi | 50 | 40 | 35 | • Chicoutimi-Nord | 45 | 40 | 0 | • Saint-Fulgence | 6 | ? | ? | • Sainte-Rose-du-Nord | 9 | 33 | 78 | • Anse-de-Roche (Sacré-Coeur) | 18 | 26 | 5 | 1, 3, 4, 10 |
| | Nombre de places à quai | Nombre de membres (1997) | Nombre de visiteurs (1997) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| • Rivière-du-Loup | 65 | 32 | 458 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| • Trois-Pistoles | 42 | 28 | 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| • Bic | 27 | ? | ? | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| • Rimouski-Est | 80 | 57 | 268 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| • Petite-Rivière-St-François | 8 | ? | ? | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| • Baie-Saint-Paul | 20 | ? | ? | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| • Saint-Bernard (île aux Coudres) | 60 | ? | ? | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| • Cap-à-l'Aigle | 58 | 65 | 15 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| • Tadoussac | 90 | 33 | 520 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| • Grandes-Bergeronnes | 35 | 15 | 362 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| • Les Escoumins | 3 | ? | ? | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| • Sainte-Anne-de-Portneuf | 25 | ? | ? | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| • Petit-Saguenay | 10 | ? | ? | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| • L'Anse-Saint-Jean | 50 | 22 | 500 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| • Rivière-Éternité | 27 | ? | ? | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| • La Baie | 70 | 75 | 225 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| • Chicoutimi | 50 | 40 | 35 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| • Chicoutimi-Nord | 45 | 40 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| • Saint-Fulgence | 6 | ? | ? | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| • Sainte-Rose-du-Nord | 9 | 33 | 78 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| • Anse-de-Roche (Sacré-Coeur) | 18 | 26 | 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Motomarines | Inconnu | Bases de location de motomarines : • Inconnu | 1, 2, 3, 4, 8, 9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Sources : 1) Bouchard, 1999; 2) Jourdain *et al.*, 1995; 3) Bibeault *et al.*, 1996; 4) Gratton et Bibeault, 1998; 5) Traversier Rimouski/Forestville, 1999; 6) Société des traversiers du Québec, 1999; 7) MPO, 1999a; 8) Archambault, 1999; 9) Drolet, 1998; 10) Tecsalt, 1999.

GCC : Garde côtière canadienne; DN : Défense nationale; PMSSL : Parc marin Saguenay–Saint-Laurent; ? : Inconnu.

3.1. VOIE MARITIME DU SAINT-LAURENT ET DU SAGUENAY ET PORTS COMMERCIAUX DE LA ZONE D'ÉTUDE

Le Tableau 6 présente la composition de la flotte de navires nationaux et internationaux qui empruntent le chenal maritime du Saint-Laurent et du Saguenay. La majorité du trafic (plus de 80 p. 100) dans le chenal maritime du Saint-Laurent ne fait que transiter dans la zone d'étude. Ce trafic a connu une diminution de 57 p. 100 de 1977 à 1997 (Drolet, 1998; Bouchard, 1999).

Près de 13 p. cent du trafic de la voie maritime du Saint-Laurent bifurque pour entrer dans le Saguenay et la majorité de ces bateaux se rendent jusqu'aux ports commerciaux situés à la tête du fjord (Port-Alfred, Grande-Anse et quai Albert-Maltais). Ce trafic a connu une diminution de 70 p. cent de 1977 à 1997 (Drolet, 1998; Bouchard, 1999).

Le trafic dans les ports commerciaux de la zone d'étude ne représente qu'une petite fraction du trafic de navires marchands et citernes au niveau des Escoumins (Jourdain *et al.*, 1995; Bibeault *et al.*, 1996; Gratton et Bibeault, 1998).

3.2. TRAVERSIERS

Le service de traversiers représente une importante partie du trafic maritime dans la zone d'étude. Le plus important traversier (Baie-Sainte-Catherine/Tadoussac) réalise plus de 32 000 mouvements de navires par année dans l'embouchure du Saguenay. Suivent, en ordre décroissant du nombre de traversées, le traversier de l'île aux Coudres, le traversier Rivière-du-Loup/Saint-Siméon, le traversier Rimouski-Est/Forestville et le traversier Trois-Pistoles/Les Escoumins (Tableau 6). Le traversier Rimouski-Est/Forestville, inauguré en septembre 1997, a la particularité d'atteindre une vitesse très élevée (de l'ordre de 55 km•h⁻¹) comparativement aux autres traversiers beaucoup plus lents (de l'ordre de 20 km•h⁻¹).

3.3. BATEAUX DE PÊCHE

La distribution des zones de pêche nécessitant l'utilisation d'un bateau (Carte 1 excluant les pêches à la mye, au Capelan et à l'anguille) ainsi que le nombre de débarquements dans les ports de la zone d'étude (Tableau 6) permettent d'établir que le trafic associé aux bateaux de pêche est pratiquement nul dans le Saguenay et le long de la rive nord de l'estuaire moyen, un peu plus important le long de la rive sud de l'estuaire moyen et dans la partie amont de l'estuaire maritime (en amont de Les Escoumins/Bic) et relativement plus important dans la partie aval de la zone d'étude (en aval de Les Escoumins/Bic). En 1997 et 1998, plus de 95 p. 100 des jours de pêche des bateaux semi-hauturiers (crabiers, crevettiers, chalutiers, cordiers (Flétan du Groenland) et pétoncliers) réalisés dans la zone d'étude l'ont été en aval de cette ligne de démarcation (MPO, 1999a). La flotte qui pêche dans la zone d'étude est cependant constituée en grande partie de bateaux côtiers (< 45 pieds ou 13,7 m) pour lesquels on ne recueille pas de statistique précise sur les sites de pêche (journal de bord).

3.4. CROISIÈRES D'OBSERVATION DES BALEINES ET AUTRES CROISIÈRES

Les principales bases d'opération des bateaux de croisière aux baleines sont Baie-Sainte-Catherine, Tadoussac, Grandes-Bergeronnes et le quai des Pilotes de l'anse aux Basques (Les Escoumins). Les bases de Baie-Sainte-Catherine et Tadoussac sont regroupées dans le Tableau 6 parce que plusieurs des grands bateaux basés dans ces deux localités procèdent à l'embarquement de visiteurs aux deux endroits avant d'entreprendre chacune des croisières. Les excursions aux baleines sont réalisées de mai à octobre (inclusivement). Il y a aussi des bases moins importantes de croisières aux baleines dans le Saguenay et l'estuaire (Tableau 6). La plupart des bateaux basés ou qui font escale à ces endroits ont comme destination la région de l'embouchure du Saguenay et de la tête du chenal Laurentien. Les exceptions à la règle sont les bateaux basés à Sainte-Anne-de-Portneuf et Rimouski-Est qui réalisent leurs croisières dans les environs immédiats de ces localités.

On ne dispose de données détaillées sur les déplacements des bateaux de croisière aux baleines que pour les bateaux basés à Baie-Sainte-Catherine, Tadoussac, Grandes-Bergeronnes et l'anse aux Basques, soit pour la majeure partie de la flotte. Ces bateaux concentrent toutes leurs activités dans la partie aval du bassin inférieur du Saguenay et à la tête du chenal Laurentien (Figure 1). Cette figure met en évidence six secteurs où le trafic associé à ces bateaux était le plus intense de 1994 à 1996 (Michaud *et al.*, 1997). Trois de ces secteurs correspondent aux secteurs les plus fréquentés pour l'observation des baleines. Il s'agit de secteurs situés 1) au large de la pointe à la Carriole, 2) à la tête du chenal Laurentien (secteur de l'île Rouge) et 3) le long du talus sud du chenal Laurentien entre Grandes-Bergeronnes et Trois-Pistoles (secteur du talus sud). Un quatrième secteur de trafic plus intense est situé dans l'embouchure du Saguenay. Il s'agit du secteur utilisé par les bateaux basés à Baie-Sainte-Catherine et Tadoussac pour se rendre sur les sites d'observation. Un secteur de transit similaire est retrouvé entre le quai de Grandes-Bergeronnes et la pointe à la Carriole. Enfin, le sixième secteur de trafic plus intense, situé entre le cap de Bon-Désir et les îlets Boisés, correspond à la principale zone de transit et d'observation des bateaux basés dans l'anse aux Basques. Ce secteur est aussi occasionnellement utilisé par les autres bateaux d'observation lorsque ceux-ci se déplacent vers la partie aval de la zone d'observation des baleines.

Le trafic associé aux croisières d'observation des baleines dans le parc marin Saguenay—Saint-Laurent a connu une forte croissance depuis les premières croisières au début des années 1970. Le nombre d'excursions est passé de 424 en 1980 (Drolet, 1998) à au-delà de 7 500 en 1997 (Michaud *et al.*, 1997). De 1990 à 1996, le nombre de petits bateaux d'excursion (< 12 passagers) basés à Baie-Sainte-Catherine, Tadoussac, Grandes-Bergeronnes et l'anse aux Basques est passé de 15 à 31 et celui des grands bateaux, de 7 à 17 (Tableau 7). De 1992 à 1996, le trafic a augmenté de 99 p. cent dans le secteur de l'île Rouge et de 163 p. cent dans le secteur du talus sud mais a diminué de 83 p. 100 dans le secteur de la pointe à la Carriole (Tableau 8).

Les autres types de croisières en mer impliquent un nombre beaucoup moins élevé de bateaux répartis plus uniformément dans la zone d'étude (Tableau 6). Les principales cibles de ces croisières sont les paysages du fjord du Saquenay et les îles de la rive sud de l'estuaire. On ne dispose pas de données détaillées sur les mouvements de ces bateaux.

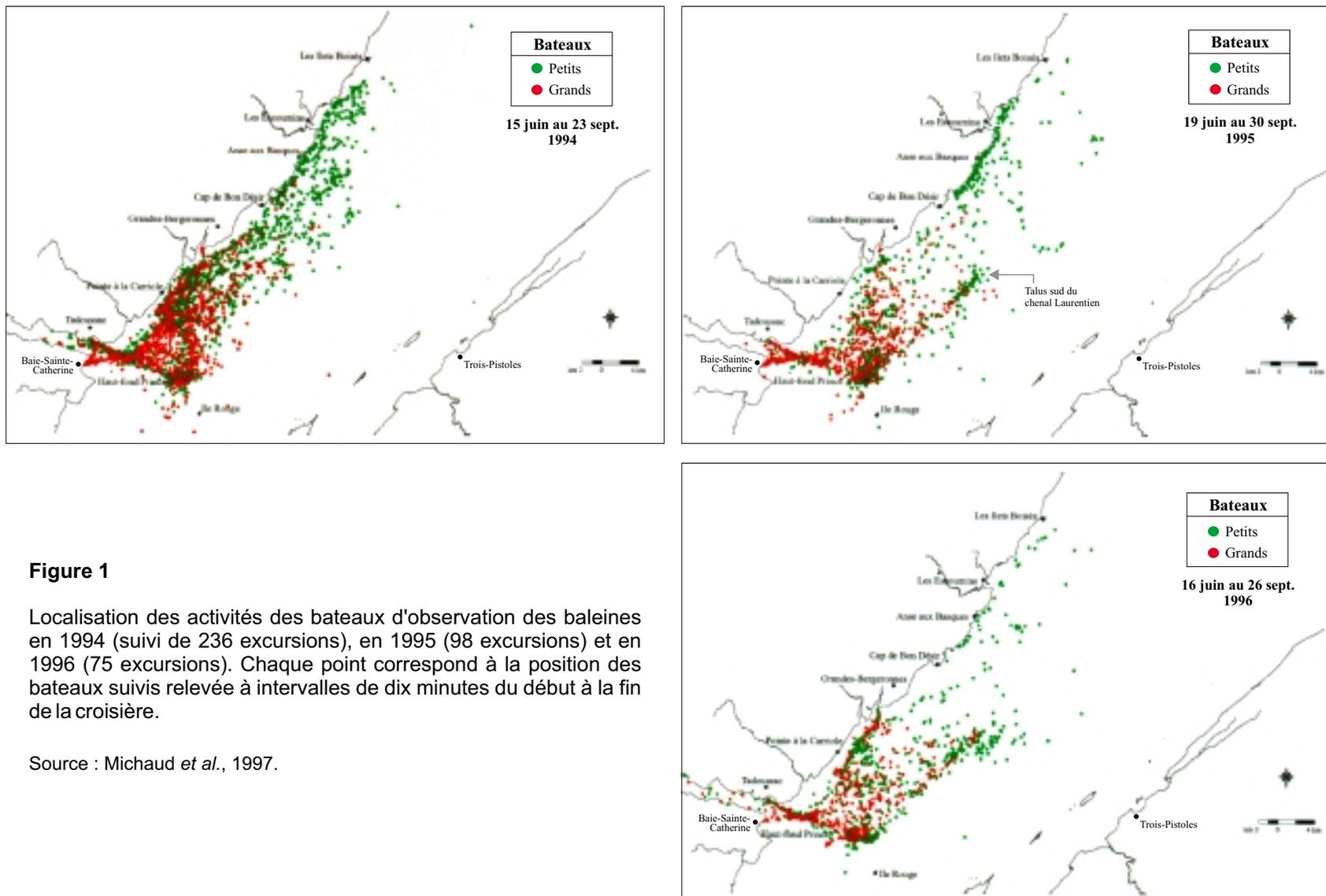


Figure 1

Localisation des activités des bateaux d'observation des baleines en 1994 (suivi de 236 excursions), en 1995 (98 excursions) et en 1996 (75 excursions). Chaque point correspond à la position des bateaux suivis relevée à intervalles de dix minutes du début à la fin de la croisière.

Source : Michaud *et al.*, 1997.

Tableau 7

Évolution du nombre d'excursions aux baleines et du nombre total de petits (< 12 passagers) et grands bateaux de croisière basés à Baie-Sainte-Catherine, Tadoussac, Grandes-Bergeronnes et l'anse aux Basques de 1980 à 1996.

| Année | Nombre d'excursions | Nombre de petites embarcations | Nombre de grandes embarcations |
|--------------|----------------------------|---|---|
| 1980 | 424 | n.d. | n.d. |
| 1983 | 1 063 | n.d. | n.d. |
| 1984 | 1 433 | n.d. | n.d. |
| 1984 | 913 | n.d. | n.d. |
| 1985 | 1 295 | n.d. | n.d. |
| 1986 | 1 365 | n.d. | n.d. |
| 1987 | 1 463 | n.d. | n.d. |
| 1988 | 2 052 | n.d. | n.d. |
| 1988 | 2 168 | n.d. | n.d. |
| 1989 | n.d. | n.d. | n.d. |
| 1990 | 2 339 | 15 | 7 |
| 1991 | 3 222 | 17 | 7 |
| 1992 | 4 349 | 20 | 8 |
| 1993 | 4 961 | 26 | 8 |
| 1994 | > 5 000 | 26 | 13 |
| 1995 | > 5 000 | 29 | 16 |
| 1996 | ~ 7 500 | 31 | 17 |

n.d. : non déterminé.

Sources : Michaud *et al.*, 1997; Drolet, 1998.

Tableau 8

Variation du nombre moyen de bateaux en tout genre (principalement des bateaux de croisière) recensés dans un rayon de 2 km des stations d'observation des mammifères marins en période de pointe (15 juillet au 21 août) dans les trois secteurs les plus fréquentés de 1992 à 1996.

| Année | Secteur 1 au large de la pointe à la Carriole | Secteur 2 à la tête du chenal Laurentien - île Rouge | Secteur 3 sur le talus sud du chenal Laurentien |
|--------------|--|---|--|
| 1992 | 7,7 | 8,1 | 3,5 |
| 1993 | n.d. | n.d. | n.d. |
| 1994 | 7,7 | 8,7 | 3,0 |
| 1995 | 3,0 | 11,5 | 8,0 |
| 1996 | 1,3 | 16,1 | 9,2 |

n.d. : non déterminé.

Source : Michaud *et al.*, 1997.

3.5. PLAISANCIERS, KAYAK DE MER ET MOTOMARINE

On ne dispose pas d'informations très précises sur le trafic associé aux bateaux de plaisance, kayaks de mer et motomarines. Le Tableau 6 présente les informations disponibles sur les marinas de la zone d'étude et de la région de Chicoutimi. On compte plus de 750 espaces à quai dans la région. Certaines marinas sont très fréquentées par les visiteurs (Rivière-du-Loup, Tadoussac, Grandes-Bergeronnes, l'Anse-Saint-Jean). On a estimé que 15 000 à 16 000 déplacements de bateaux de plaisance ont été réalisés dans les limites du parc marin Saguenay—Saint-Laurent en 1997 et que 5 700-8 200 déplacements ont été réalisés dans le Saguenay en 1991 (Archambault, 1999; Bouchard, 1999). Par ailleurs, l'abondance de plaisanciers près des (ou sur les) stations d'observation des mammifères marins en période de pointe (15 juillet au 21 août) dans la partie amont de la zone d'observation (en amont du cap de Bon-Désir) a augmenté de 122 p. 100 de 1994 à 1996 (Michaud *et al.*, 1997). En 1996, une moyenne de 1,5 bateaux de plaisance, 2,2 grands bateaux d'excursion, 7,0 petits bateaux d'excursion et 1,0 bateau de patrouille, de recherche ou autre ont été observés dans un rayon de deux kilomètres des stations d'observation des mammifères marins dans la partie amont de la zone d'observation en période de pointe. Par ailleurs, on a estimé que 15 000 jours-kayak ont été réalisés dans le parc marin Saguenay—Saint-Laurent en 1997; cette activité connaît une croissance importante dans la zone d'étude (Bouchard, 1999). La pratique de la motomarine est moins importante; on ne dispose pas de données précises sur ce type d'activité (Bouchard, 1999).

3.6. ZONE D'EXCLUSION DU TRAFIC MARITIME

Le Code d'éthique sur l'observation des mammifères marins prévoit l'exclusion de la circulation maritime dans deux secteurs de la zone d'étude situés à l'intérieur des limites du parc marin Saguenay—Saint-Laurent (Archambault, 1999). Le premier est situé sur la rive ouest de l'embouchure du Saguenay où les bateaux ne peuvent circuler dans un rayon de 400 m de la pointe Noire. Le second est celui du cap de Bon-Désir où les embarcations sont exclues d'un rayon d'un mille marin (1,85 km) autour de ce cap. Ces secteurs d'exclusion ont été établis afin que la circulation maritime ne nuise pas aux activités d'observation des mammifères marins effectuées à partir de la rive (voir l'item 4.3 ci-après). Des conflits potentiels avec l'observation des bélugas à partir de la rive ont été identifiés pour la baie Sainte-Marguerite où les embarcations de plaisance sont autorisées à naviguer.

Dans le parc provincial du Bic, la circulation des kayaks de mer et autres bateaux de plaisance est interdite dans l'anse à l'Original afin de ne pas déranger les colonies de phoques et d'oiseaux marins qui y sont présentes (Bouchard, 1999).

4. ACTIVITÉS RÉCRÉOTOURISTIQUES EN RIVE

4.1. BAINNADE

La zone d'étude ne compte aucune plage en bordure du fleuve et du Saguenay faisant partie du programme Environnement-Plage du ministère de l'Environnement du Québec (MEF, 1998). Cela ne signifie pas pour autant que la baignade n'ait pas lieu dans la zone d'étude car il s'agit d'un programme volontaire d'échantillonnage et d'analyse des eaux de baignade. Selon la documentation consultée, les rives de la zone d'étude compteraient une vingtaine de plages

(Carte 5). Leur fréquentation n'est pas connue de façon précise. La plupart d'entre elles seraient peu fréquentées soit parce que le substrat n'est pas vraiment adéquat ou encore parce que la température de l'eau n'y est pas très élevée au cours de la saison estivale. Saint-Siméon dans Charlevoix et Sainte-Luce-sur-Mer près de Rimouski sont les sites de baignade les mieux connus et possiblement les plus populaires dans la zone d'étude.

4.2. PLONGÉE SOUS-MARINE

Les principaux sites de plongée sous-marine de la zone d'étude sont situés à l'intérieur des limites du parc marin Saguenay—Saint-Laurent (Carte 6). On compte 17 sites répartis entre Bon-Désir et Les Escoumins, une dizaine de sites dans le fjord du Saguenay, l'île Rouge ainsi que deux sites au Centre écologique de Port-au-Saumon. Les seuls autres sites de plongée connus hors du parc marin sont l'épave de l'Empress of Ireland et le parc du Bic (Ojori, 1999).

Les sites les plus fréquentés sont de loin ceux du secteur Bon-Désir/Les Escoumins où le taux de fréquentation atteignait 6 000 jours-plongeurs en 1991 (Archambault, 1999). Les seules données récentes disponibles pour ce secteur sont celles recueillies par le Centre des Loisirs marins qui gère quatre sites de plongée parmi les plus achalandés de la zone d'étude: la baie des Anémones, la Crique Est, la Crique Ouest et Le Mur (quai des Pilotes). La fréquentation de ces quatre sites a été de 2 531, 2 393 et 2 505 jours-plongeurs par année de 1995 à 1997, respectivement (Archambault, 1999).

Dans le fjord du Saguenay, on rapporte une hausse importante de la fréquentation des sites depuis 1991 mais aucune statistique récente sur le nombre de plongées n'est disponible (Archambault, 1999). Dans le cas du Centre écologique de Port-au-Saumon, les sites ne sont presque plus utilisés avec seulement deux ou trois sorties par année.

Il n'existe aucune donnée sur la fréquentation des sites de plongée de la rive sud de l'estuaire (l'épave de l'Empress et le parc du Bic). Notons que depuis avril 1999, toute intervention sur l'épave de l'Empress of Ireland doit faire l'objet d'une autorisation du ministère de la Culture et des Communications du Québec puisque cette épave est maintenant classée un bien historique et archéologique en vertu de la *Loi sur les biens culturels* (MCC, 1999). L'observation de l'épave en plongée sous-marine ne nécessite cependant pas d'autorisation en vertu de cette loi.

4.3. OBSERVATION DES MAMMIFÈRES MARINS

L'observation des mammifères marins à partir de la rive peut se faire dans la zone d'étude à partir de nombreux sites offrant une vue sur la mer. La Carte 7 présente les principaux sites terrestres d'observation des mammifères marins où des infrastructures ont été aménagées pour faciliter l'accès au site (aire de stationnement, sentiers) ou l'observation de la faune (plate-forme ou tour d'observation).

Les sites d'observation des mammifères marins sont concentrés à l'embouchure du Saguenay et dans le secteur Tadoussac/Les Escoumins sur la Haute-Côte-Nord où la concentration de plusieurs espèces de mammifères marins est élevée au cours de la saison estivale. Le cap de Bon-Désir et la pointe Noire sont reconnus comme les meilleurs sites d'observation des mammifères marins dans la zone d'étude puisque ces derniers s'y retrouvent en grands nombres et à une faible distance de la rive (Archambault, 1999). Chacun de ces sites est

rattaché à un centre d'interprétation géré par Parcs Canada qui y offre une exposition permanente et les services de guides interprètes.

Dans le Saguenay, un belvédère a été aménagé spécifiquement pour l'observation du Béluga à la pointe sud-est de la baie Sainte-Marguerite (Carte 7). Il s'agit du seul secteur du Saguenay fréquenté de façon assidue par le Béluga. Ce belvédère est aussi rattaché à un centre d'interprétation géré par le parc provincial du Saguenay.

Les autres sites d'observations des cétacés sont situés sur l'île aux Lièvres et le long de la rive nord de l'Île Verte où le Béluga et les phoques sont les principaux mammifères observés. Les sites d'observation aménagés à l'île aux Basques, dans le parc du Bic et à l'île Saint-Barnabé permettent surtout l'observation des phoques échoués sur les récifs adjacents.

4.4. OBSERVATION DES OISEAUX MARINS

La zone d'étude compte 25 sites riverains d'observation des oiseaux marins situés pour la plupart dans l'estuaire (Carte 7). Le seul site répertorié dans le fjord du Saguenay est celui des battures de Saint-Fulgence. Sur la rive nord de l'estuaire, les sites les plus remarquables sont Pointe-Noire, les dunes de Tadoussac, la baie de Bon-Désir et le banc de Portneuf. Ce dernier site est reconnu pour l'observation des oiseaux de rivage alors que les dunes de Tadoussac le sont pour l'observation des oiseaux de proie comme les hiboux, les aigles, les faucons et les buses.

Sur la rive sud, les sites les plus importants sont situés à Kamouraska, Saint-André, Cacouna, L'Isle-Verte, Bic et Pointe-au-Père. Il est aussi possible d'observer les oiseaux à partir de sites aménagés sur l'île aux Lièvres, l'île Verte, l'île aux Basques ainsi que l'île Saint-Barnabé.

4.5. RANDONNÉE PEDESTRE

La zone d'étude compte plus de 250 km de sentiers riverains de randonnée pédestre entretenus et publicisés auprès de la clientèle locale ou touristique (Carte 8). Cette évaluation ne tient pas compte des sentiers riverains «sauvages» qui ne sont pas pris en charge par un organisme gestionnaire mais qui sont fréquentés pour la promenade ou d'autres activités de loisir (chasse, observation de la nature, cueillette de fruits sauvages, etc).

Les sentiers de randonnée qui bordent le fjord du Saguenay totalisent une cinquantaine de kilomètres le long de chacune des rives. La plupart sont situés à l'intérieur des limites du parc du Saguenay. Sur la rive sud, le plus important est le sentier Les Caps qui relie Baie-Éternité à Petit-Saguenay sur une distance de 33,8 km ainsi que l'anse Saint-Étienne à l'anse des Petites-Îles sur une distance de 8,5 km. Sur la rive opposée, le sentier du Fjord entre Tadoussac et Anse-de-Roche est le plus important (24,2 km).

Les sentiers répertoriés le long de la rive nord de l'estuaire entre Baie-Saint-Paul et Forestville totalisent au moins 36,8 km (Carte 8). Ils sont pour la plupart aménagés en bordure immédiate du rivage et sont gérés par des organismes non gouvernementaux (surtout des municipalités).

Sur la rive sud de l'estuaire, les sentiers de randonnée ont été répertoriés dans une dizaine de localités et totalisent un peu plus de 50 km (Carte 8). Les plus importants sont ceux de Rimouski (20 km) et du parc du Bic (15 km).

Trois îles de la zone d'étude (aux Lièvres, Verte et Saint-Barnabé) possèdent des sentiers de randonnée pédestre. L'île aux Lièvres est celle où le réseau est le plus développé avec 18 sentiers totalisant 42,5 km, soit 17 p. 100 de la longueur totale des sentiers répertoriés le long des rives de la zone d'étude. La longueur des sentiers sur les îles Verte et Saint-Barnabé est de 12 et 9 km respectivement.

4.6. VILLEGIATURE

L'importance de la villégiature le long des rives de la zone d'étude peut être évaluée à partir du nombre de résidences secondaires (chalets) établies dans chacune des municipalités riveraines. Les données disponibles pour ces municipalités (MAM, 1995 cité dans Jourdain *et al.*, 1995; Bibeault *et al.*, 1996; Gratton et Bibeault, 1998) regroupent toutes les résidences secondaires aussi bien celles le long des rives que celles établies en milieu urbain, rural ou forestier. Ces données ne permettent donc pas d'évaluer l'importance de la villégiature en bordure immédiate des rives de l'estuaire ou du fjord du Saguenay.

Les municipalités riveraines du fjord du Saguenay comptent 1 964 (données de 1995) résidences secondaires (Tableau 9). Les municipalités situées dans la partie amont du fjord (La Baie, Saint-Fulgence et Saint-Félix-d'Otis) sont celles qui comptent le plus grand nombre de résidences secondaires. La plupart de ces chalets sont situés le long des rivières et des lacs qui parsèment le territoire car l'escarpement des rives en plusieurs endroits le long du fjord limite considérablement le développement de la villégiature.

Tableau 9

Répartition des résidences secondaires dans les municipalités riveraines du fjord du Saguenay.

| <i>Municipalité (date d'inventaire)</i> | <i>Nombre de chalets</i> | <i>Importance relative (%)</i> |
|---|--------------------------|------------------------------------|
| Petit-Saguenay (1995) | 100 | 5,09 |
| L'Anse-Saint-Jean (1995) | 203 | 10,34 |
| Rivière-Éternité (1995) | 194 | 9,88 |
| Saint-Félix-d'Otis (1995) | 502 | 25,56 |
| La Baie (1995) | 364 | 18,53 |
| Saint-Fulgence (1995) | 293 | 14,92 |
| Sainte-Rose-du-Nord (1995) | 178 | 9,06 |
| Mont-Vallin (1995) | 0 | 0,00 |
| Sacré-Cœur (1995) | 130 | 6,62 |
| Total | 1 964 | 100,00 |

Sources : MAM, 1995 cité dans Jourdain *et al.*, 1995.

Dans l'estuaire, la villégiature est plus importante dans les municipalités de la rive sud (2 690 chalets; Tableau 10) que dans celles de la rive nord (1 974 chalets; Tableau 11). Les municipalités de Trois-Pistoles, Saint-Fabien, Rivière-Ouelle, Sainte-Luce et Rimouski sont les plus importantes et comptent 51 p. 100 du nombre total de chalets répertoriés le long de la rive sud (Tableau 10).

Sur la rive nord, la municipalité de Baie-Saint-Paul vient en tête de liste avec 17 p. 100 de l'ensemble des résidences secondaires répertoriées le long de cette rive (Tableau 11). Elle est suivie des municipalités de Saint-Siméon, Les Éboulements, Les Escoumins et Saint-Fidèle-de-Mont-Murray. Les chalets répertoriés dans ces cinq municipalités comptent pour 52,4 p. 100 de l'ensemble des chalets dans les municipalités riveraines de la rive sud.

Tableau 10

Répartition des résidences secondaires dans les municipalités riveraines de la rive sud de l'estuaire.

| <i>Municipalité (date d'inventaire)</i> | <i>Nombre de chalets</i> | <i>Importance relative (%)</i> |
|---|--------------------------|------------------------------------|
| Grand-Métis (1994) | 98 | 3,64 |
| Mont-Joli (1994) | 0 | 0,00 |
| Sainte-Flavie (1994) | 100 | 3,72 |
| Sainte-Luce (1994) | 183 | 6,80 |
| Luceville (1994) | 0 | 0,00 |
| Pointe-au-Père (1994) | 19 | 0,71 |
| Rimouski-Est (1994) | 0 | 0,00 |
| Rimouski (1994) | 180 | 6,69 |
| Le Bic (1994) | 129 | 4,80 |
| Saint-Fabien (1994) | 385 | 14,31 |
| Saint-Simon (1994) | 126 | 4,68 |
| Trois-Pistoles (1994) | 86 | 3,20 |
| Notre-Dame-des-Neiges-des-Trois-Pistoles (1994) | 346 | 12,86 |
| Saint-Jean-Baptiste-de-l'Île-Verte (1994) | 27 | 1,00 |
| L'Isle-Verte (1994) | 3 | 0,11 |
| Notre-Dame-des-Sept-Douleurs (1994) | 30 | 1,12 |
| Saint-Georges-de-Cacouna (V) (1996) | 64 | 2,38 |
| Saint-Georges-de-Cacouna (P) (1996) | 57 | 2,12 |
| Rivière-du-Loup (1996) | 131 | 4,87 |
| Notre-Dame-du-Portage (1996) | 140 | 5,20 |
| Saint-André (1996) | 22 | 0,82 |
| Saint-Germain (1996) | 21 | 0,78 |
| Kamouraska (1996) | 92 | 3,42 |
| Saint-Denis (1996) | 148 | 5,50 |
| Rivière-Ouelle (1996) | 193 | 7,17 |
| La Pocatière (1996) | 1 | 0,04 |
| Sainte-Anne-de-la-Pocatière (1996) | 20 | 0,74 |
| Saint-Roch-des-Aulnaies (1996) | 89 | 3,31 |
| Total | 2 690 | 100,00 |

Sources : MAM, 1995 cité dans Bibeault *et al.*, 1996 et Gratton et Bibeault, 1998.

Tableau 11

Répartition des résidences secondaires dans les municipalités riveraines de la rive nord de l'estuaire.

| Municipalité (date d'inventaire) | Nombre de chalets | Importance relative (%) |
|---|--------------------------|------------------------------------|
| Baie-Saint-Paul (1996) | 338 | 17,12 |
| L'Île-aux-Coudres (1996) | 58 | 2,94 |
| La Baleine (1996) | 19 | 0,96 |
| Saint-Joseph-de-la-Rive (1996) | 63 | 3,19 |
| Les Éboulements (1996) | 196 | 9,93 |
| Saint-Irénée (1996) | 106 | 5,37 |
| La Malbaie—Pointe-au-Pic (1996) | 67 | 3,39 |
| Cap-à-L'Aigle (1996) | 29 | 1,47 |
| Rivière-Malbaie (1996) | 106 | 5,37 |
| Saint-Fidèle-de-Mont-Murray (1996) | 131 | 6,64 |
| Saint-Siméon (V) (P) (1996) | 211 | 10,69 |
| Baie-Sainte-Catherine (1996) | 47 | 2,38 |
| Tadoussac (1994) | 68 | 3,44 |
| Bergeronnes (1994) | 54 | 2,74 |
| Grandes-Bergeronnes (1994) | 20 | 1,01 |
| Les Escoumins (1994) | 159 | 8,05 |
| Longue-Rive (1994) | 121 | 6,13 |
| Sainte-Anne-de-Portneuf (1994) | 13 | 0,66 |
| Forestville (1994) | 51 | 2,58 |
| Colombier (1994) | 117 | 5,93 |
| Total | 1 974 | 100,00 |

Sources : MAM, 1995 cité dans Bibeault *et al.*, 1996 et Gratton et Bibeault, 1998.

5. CONSERVATION

Plusieurs milieux naturels de la zone d'étude bénéficient d'une protection particulière dans le but d'en préserver l'intégrité. Les différents statuts qui ont été accordés pour les sites protégés de la zone d'étude sont présentés au Tableau 12 selon l'organisme responsable et sont décrits sommairement dans la présente section.

5.1. PARC MARIN SAGUENAY—SAINT-LAURENT

Le parc marin Saguenay—Saint-Laurent (1 138 km²) a été créé selon la *Loi sur le Parc marin du Saguenay-Saint-Laurent* du gouvernement provincial (adoptée le 8 juin 1997) et du gouvernement fédéral (sanctionnée le 10 décembre 1997). L'objectif premier de ce parc marin est de rehausser le niveau de protection des écosystèmes d'une partie représentative du fjord du Saguenay et de l'estuaire du Saint-Laurent tout en favorisant leur utilisation à des fins éducatives, récréatives et scientifiques. La création de ce parc contribue aussi à la mise en application du Plan d'action interministériel (Pêches et Océans Canada et Environnement Canada) pour la survie du Béluga.

Tableau 12
Description des principaux types de territoires protégés de la zone d'étude.

| <i>Désignation</i> | <i>Nombre de sites</i> | <i>Superficie totale (km²)</i> | <i>Objectif de protection</i> | <i>Organisme responsable</i> |
|--|------------------------|---|--|---|
| Compétence fédérale | | | | |
| Réserves nationales de faune | 3 | 10,77 | Protection des oiseaux migrateurs et de leurs habitats | Service canadien de la faune |
| Refuges d'oiseaux migrateurs | 2 | 12,4 | Protection des oiseaux migrateurs et de leurs nids durant la période de reproduction | Service canadien de la faune |
| Zones d'interdiction de chasse | 2 | nd | Chasse interdite pendant la saison officielle de chasse à la sauvagine | Service canadien de la faune |
| Compétence provinciale | | | | |
| Parcs de conservation | 2 | 316,8 | Protection permanente de territoires représentatifs des régions naturelles du Québec | Ministère de l'Environnement du Québec |
| Habitats fauniques | | | | |
| Aire de concentration d'oiseaux aquatiques | 52 | nd ^a | Les activités susceptibles de modifier un habitat visé par le règlement sont interdites | Ministère de l'Environnement du Québec |
| Colonies d'oiseaux Héronnières | 8 2 | 0,96 0,78 ^b | | |
| Rivières à saumon Estuaire | 8 | nd | Protection des habitats dulcicoles du saumon et gestion de la pêche sportive | Ministère de l'Environnement du Québec |
| Saguenay | 4 | nd | | |
| Compétence mixte | | | | |
| Parc marin Saguenay — Saint-Laurent | 1 | 1 138 ^c | Conservation et mise en valeur d'une portion représentative de l'estuaire du Saint-Laurent et du fjord du Saguenay | Patrimoine canadien et ministère de l'Environnement du Québec |
| Compétence internationale | | | | |
| Site RAMSAR de l'Isle-Verte | 1 | 19,3 ^d | Conservation de milieux humides d'importance internationale | |
| Réserve de la biosphère de Charlevoix | 1 | 4 570 ^e | Intégration d'objectifs de conservation et de développement | Gestion de la réserve assurée par des résidents bénévoles |
| Compétence municipale | | | | |
| Parc municipal (île Saint-Barnabé) | 1 | 1,53 | Accès limité à l'île | Municipalité de Rimouski |

| <i>Désignation</i> | <i>Nombre de sites</i> | <i>Superficie totale (km²)</i> | <i>Objectif de protection</i> | <i>Organisme responsable</i> |
|---|------------------------|---|--|--|
| Compétence privée | | | | |
| Centre écologique de Port-au-Saumon | 1 | 0,95 | Protection de la biodiversité et éducation | Centre écologique de Port-au-Saumon |
| Battures de Kamouraska | 1 | 0,72 | Conservation et mise en valeur des marais de Saint-Germain et de Saint-André | FFQ et SEBKA |
| Archipel Les Pèlerins | 1 | 19,2 | Protection de plusieurs colonies d'oiseaux | Société Duvetnor, Société canadienne pour la conservation de la nature et Environnement Canada |
| Île aux Lièvres et les îles du Pot à l'Eau-de-Vie | 1 | 0,23 | Protection et conservation d'habitats propices aux oiseaux aquatiques et migrateurs | Société Duvetnor et Environnement Canada |
| Île aux Basques | 3 | 0,55 | Conservation et mise en valeur des ressources des îles | Société Provancher |
| Île aux Pommes | 1 | 0,25 | Protection intégrale de l'île | SPAIP |
| Marais de Saint-Fulgence | 1 | 0,30 | Protection et mise en valeur du milieu humide. Pourrait bientôt obtenir le statut de refuge faunique | FFQ et municipalité de Saint-Fulgence |

Source : Archambault, 1999

- a La superficie n'est disponible que pour 11 des 52 sites reconnus comme aire de concentration d'oiseaux aquatiques.
- b La superficie indiquée correspond à la héronnière de l'île Laval. Aucune superficie n'est disponible pour celle des îlets Boisés (MPO, 1999b).
- c Incluant la superficie de milieux naturels ayant un autre statut de protection le long des rives de l'estuaire comme les habitats fauniques et certains sites protégés en vertu d'une charte d'organismes privés.
- d Incluant la superficie de la réserve nationale de faune et du refuge d'oiseaux migrateurs de même nom en raison de leur superposition avec le site Ramsar.
- e Une partie importante mais indéterminée de ce territoire correspond à un milieu terrestre situé hors de la zone d'étude.

nd : non disponible ; FFQ : Fondation de la Faune du Québec ; SEBKA : Société d'écologie des battures du Kamouraska ; SPAIP : Société de protection et d'aménagement de l'île aux Pommes.

Il couvre le milieu marin du fjord du Saguenay (depuis le cap à l'Est jusqu'à son embouchure) et de la partie nord de l'estuaire entre les villages de Saint-Fidèle à l'ouest et Les Escoumins à l'est (Carte 9). Les îles, îlots et infrastructures maritimes retrouvées dans ce territoire ne sont pas sous la juridiction du parc marin.

5.2. RÉSERVES NATIONALES DE FAUNE

Les réserves nationales de faune (RNF) sont créées en vertu de la *Loi sur les espèces sauvages* du Canada. Ces terres fédérales assurent une protection intégrale et permanente aux oiseaux migrateurs et à leur habitat. La zone d'étude compte trois réserves nationales de faune soit la RNF des Îles-de-l'Estuaire, la RNF de la baie de l'Isle-Verte et la RNF de Pointe-au-Père.

La RNF des Îles-de-l'Estuaire couvre 4,09 km² et compte plusieurs îles et récifs répartis entre les municipalités de Kamouraska et du Bic (Carte 9) : l'île Bicquette et les récifs de l'Ouest dans l'estuaire maritime. Dans l'estuaire moyen ce sont cinq îles et récifs de l'archipel de Kamouraska (l'île Brulée, l'île de la Providence, les Récifs de l'Ouest et de l'Est et la Grande île) ainsi qu'une partie de l'île du Long Pèlerin, l'île aux Fraises et ses récifs, l'île du Pot à l'Eau-de-Vie et l'île Blanche. Cette RNF a été principalement créée pour protéger l'habitat de nidification de l'Eider à duvet. Le Service canadien de la faune a la responsabilité de la gestion de cette réserve en partenariat avec la Société Duvetnor. Toute chasse est interdite dans cette réserve.

La RNF de la baie de l'Isle-Verte (6,46 km²) s'étend sur une quinzaine de kilomètres le long du littoral de la rive sud de l'estuaire maritime dans la municipalité de Saint-Jean-Baptiste de l'Isle-Verte (excluant l'île Verte). Elle assure la protection du plus grand marais à spartine du Québec méridional, un milieu de première importance pour le Canard noir. Les activités susceptibles d'affecter la faune et ses habitats y sont rigoureusement contrôlées. Dans cette réserve, seulement la chasse aux oiseaux migrateurs est permise. Cette réserve possède aussi le statut de site Ramsar (voir l'item 5.8) et sa partie centrale est aussi un refuge d'oiseaux migrateurs (voir l'item 5.3).

La RNF de Pointe-au-Père (0,22 km²) assure la protection du marais à spartine situé à l'embouchure de la rivière Sainte-Anne (Carte 9). Cette réserve fait partie du réseau des haltes migratoires des oiseaux de rivage dans le Saint-Laurent. Toute chasse y est interdite.

5.3. REFUGES D'OISEAUX MIGRATEURS

Les refuges d'oiseaux migrateurs (ROM) sont désignés en vertu de la *Loi sur la Convention concernant les oiseaux migrateurs*. Le statut de refuge ne s'applique qu'aux oiseaux et interdit la chasse ou toute autre forme de dérangement de ces animaux. La réglementation ne régit que les activités réalisées dans les limites des refuges lorsque les oiseaux sont effectivement présents et n'assure pas la protection des habitats (SCF, 1999a).

La zone d'étude compte deux refuges d'oiseaux migrateurs: celui de l'île aux Basques et celui de l'Isle-Verte. Le ROM de l'île aux Basques (9,3 km²) inclut les archipels identifiés sous les noms île Razade Nord-Est et île Razade Sud-Ouest ainsi qu'une zone de 500 m autour de ces archipels (Carte 9). Ce refuge est géré en partenariat entre le Service canadien de la faune et la Société Provencher.

Le ROM de l'Isle-Verte (3,03 km²) est situé à proximité de la municipalité de Saint-Jean-Baptiste-de-l'Isle-Verte sur la rive sud de l'estuaire maritime (Carte 9). La diversité des habitats du refuge favorise la présence, tout au long de l'année, d'un nombre important d'espèces aviennes. Elle constitue avec la RNF de la baie de l'Isle-Verte l'un des plus importants sites pour la reproduction du canard noir (SCF, 1999a). Ce refuge est géré par le Service canadien de la faune en partenariat avec la Société de conservation de la baie de l'Isle-Verte.

5.4. ZONES D'INTERDICTION DE CHASSE

Les zones d'interdiction de chasse (ZIC) sont créées en vertu de la même loi que les refuges d'oiseaux migrateurs (la *Loi sur la Convention concernant les oiseaux migrateurs*) et sont aussi sous la juridiction du Service canadien de la faune. Ce statut permet d'offrir à la sauvagine et autres oiseaux aquatiques un site de repos et d'alimentation lors des migrations automnales. La chasse y est prohibée uniquement durant la saison officielle de chasse à la sauvagine. En d'autres temps, aucun statut de protection n'est appliqué par le Service canadien de la faune (SCF, 1999a). La zone d'étude compte deux ZIC, à Saint-Denis-de-Kamouraska et au Bic (Carte 9).

5.5. PARCS PROVINCIAUX

Deux sites sont protégés en vertu de la *Loi sur les parcs* du gouvernement du Québec soit le parc du Saguenay et le parc du Bic. Ces parcs assurent la protection permanente de territoires représentatifs des régions naturelles du Québec tout en les rendant accessibles au public à des fins d'éducation et de récréation extensive (MENVIQ, 1993). Toute forme de chasse, de piégeage, de prospection, d'utilisation et d'exploitation des ressources à des fins de production forestière, minière ou énergétique est interdite à l'intérieur de ces parcs.

Le parc du Saguenay couvre 283,6 km² et occupe la partie terrestre du fjord depuis Cap à l'Est en amont jusqu'à environ 1 km à l'ouest de Tadoussac (Carte 10). Le parc du Bic est situé sur la rive sud de l'estuaire maritime à 15 km au sud-ouest de Rimouski et couvre 33,2 km² dont près de la moitié est en milieu marin (Carte 10).

5.6. HABITATS FAUNIQUES

Les habitats fauniques ont été créés en 1993 en vertu de la *Loi provinciale sur la conservation et la mise en valeur de la faune* et du *Règlement sur les habitats fauniques* afin de protéger les habitats fauniques essentiels situés sur les terres du domaine public. Ce statut vise, sauf exception ou autorisation du ministre de l'Environnement du Québec, à interdire toute activité susceptible de modifier un élément biologique, physique ou chimique propre à cet habitat.

Les habitats fauniques de la zone d'étude identifiés sur un plan dressé par le ministère de l'Environnement du Québec et qui ont été l'objet d'un avis publié à la Gazette officielle du Québec en date de décembre 1998 sont les suivants (Carte 10):

- 52 aires de concentrations d'oiseaux aquatiques;
- 8 colonies d'oiseaux;
- 2 héronnières.

L'habitat du poisson est aussi un habitat faunique au sens de la Loi mais n'a pas été cartographié puisqu'il correspond non pas à des sites limités mais plutôt à tout le milieu aquatique. Jusqu'à l'entrée en vigueur du *Règlement québécois sur les habitats fauniques*, l'habitat du poisson n'était protégé qu'en vertu de la *Loi sur les pêcheries* administré par le ministère des Pêches et des Océans du Canada.

Le ministère de l'Environnement du Québec examine actuellement la possibilité de reconnaître comme refuge faunique trois sites de la zone d'étude : les battures de Saint-Fulgence (UQCN, 1993) ainsi que deux sites qui ont actuellement le statut d'habitat faunique soit l'îlet aux Alouettes et l'île Laval (MPO, 1999b) Le statut de refuge faunique permettra d'accroître la protection accordée à ces trois sites.

5.7. RIVIÈRES À SAUMON

La zone d'étude compte 12 rivières possédant le statut de rivière à saumon (**Carte 10**). Dans l'estuaire, ce sont les rivières du Gouffre, Malbaie, des Escoumins et Laval sur la rive nord ainsi que les rivières Ouelle, du Sud-Ouest, Rimouski et Mitis sur la rive sud (Mousseau et Armellin, 1996; Mousseau *et al.*, 1998). Les quatre rivières à saumon qui se déversent dans le fjord du Saguenay sont les rivières Petit-Saguenay, Saint-Jean, à Mars et Sainte-Marguerite (bras principal) (Mousseau et Armellin, 1995). La rivière Sainte-Marguerite Nord-Est possède aussi le statut de rivière à saumon mais elle se jette dans la rivière Sainte-Marguerite plutôt que directement dans le fjord du Saguenay.

La protection qu'offre le statut de rivière à saumon concerne certaines activités humaines conduites le long des rives ou sur le lit du cours d'eau. Ainsi, toute exploitation forestière est exclue le long d'une bande riveraine de 60 m de largeur et la villégiature est interdite le long d'une bande riveraine de 100 m de largeur.

5.8. AUTRES FORMES DE PROTECTION

Plusieurs sites ne bénéficiant pas d'un statut de protection officiel découlant de lois provinciales et fédérales sont protégés en vertu de conventions internationales, de chartes d'organismes privés ou en tant que parc municipal.

5.8.1. Site Ramsar

Les sites Ramsar ont été créés en vertu de la *Convention relative à la conservation des milieux humides d'importance internationale* (Convention de Ramsar) dont le Canada est devenu signataire en 1981. Le Service canadien de la faune est la principale organisation qui s'occupe de l'application de la Convention de Ramsar au Canada. L'objectif poursuivi par cette Convention est de promouvoir l'utilisation rationnelle des terres humides par l'application de politiques de conservation et de gestion compatibles avec les propriétés naturelles du milieu. Les sites visés sont surtout les habitats des oiseaux aquatiques.

Un seul site Ramsar a été désigné dans la zone d'étude en vertu de la Convention de Ramsar: il s'agit du site Ramsar de l'Isle-Verte (**Carte 11**) d'une superficie de 19,3 km² et qui regroupe la réserve nationale de faune de la baie de l'Isle-Verte, le refuge d'oiseaux migrateurs de l'Isle-Verte ainsi que la totalité du marais intertidal adjacent (MPO, 1999b). Cette désignation a

comme objectif la protection d'un des derniers grands marais salés de l'estuaire, marais qui compte parmi les plus importantes aires de reproduction du Canard noir au Québec.

5.8.2. Réserve de la biosphère de Charlevoix

La région de Charlevoix a reçu le statut officiel de réserve mondiale de la biosphère en 1988 en vertu du programme «L'homme et la biosphère» de l'UNESCO. Cette réserve a été établie avant tout pour intégrer les paysages naturels avec le développement rural et urbain dans un souci de développement durable (MPO, 1999b). La réserve de la biosphère de Charlevoix longe la rive nord de l'estuaire moyen depuis Petite-Rivière-Saint-François jusqu'à Port-au-Persil et s'étend jusqu'au milieu du fleuve (Carte 11). Une zone d'influence entoure la réserve sur une largeur variant de 10 à 40 km. Dans la zone d'étude, cette zone d'influence s'étend jusqu'à l'embouchure du Saguenay. Cette zone d'influence a été instaurée afin de mieux faire connaître à la population environnante les stratégies de développement durable mises en place au coeur même de la réserve.

5.8.3. Fondation de la Faune du Québec

La Fondation de la Faune du Québec (FFQ) est un organisme sans but lucratif créé afin de promouvoir la conservation et la mise en valeur de la faune et de ses habitats. Cet organisme gère le *Plan conjoint des habitats de l'Est* (PCHE) qui constitue le plus vaste programme de conservation des terres humides dans l'Est du Canada. Deux sites de la zone d'étude font l'objet d'une entente de protection dans le cadre du PCHE. Les battures de Saint-Fulgence (0,30 km²), à la tête du fjord du Saguenay (Carte 11), sont protégées en vertu d'une entente convenue entre la municipalité de Saint-Fulgence et la Fondation de la faune du Québec. Dans le cas des battures de Kamouraska (0,72 km²; Carte 11), la Fondation de la Faune gère le site en partenariat avec la Société d'écologie des battures du Kamouraska.

5.8.4. Sites privés

Le Centre écologique de Port-au-Saumon (0,95 km²) est propriétaire du site du même nom localisé sur la rive nord de l'estuaire moyen du Saint-Laurent entre les villages de Saint-Fidèle et de Port-au-Persil (Carte 11). Cet organisme y exploite à la fois un centre d'interprétation et une base de plein-air orientée vers les sciences naturelles.

La Société Duvetnor Ltée est propriétaire des îles Le Pèlerin du Milieu et Le Pèlerin du Jardin situées dans l'archipel Les Pèlerins (Carte 11) et les gère en partenariat avec Environnement Canada dans le but de protéger plusieurs colonies d'oiseaux marins (MPO, 1999b; Bédard, 1999). Les trois autres îles de cet archipel (Le Petit Pèlerin, Le Long Pèlerin et le Gros Pèlerin) sont la propriété de la Société canadienne pour la conservation de la nature (Bédard, 1999).

Duvetnor est aussi propriétaire et gestionnaire de l'île aux Lièvres et des îles du Pot à l'Eau-de-Vie dans l'estuaire moyen (Carte 11). Cet organisme assure la protection et la conservation de ces habitats propices aux oiseaux aquatiques et migrateurs.

La Société Provancher d'histoire naturelle du Canada est propriétaire de trois îles de la zone d'étude dont elle assure la conservation et la mise en valeur. Ces îles sont (**Carte 11**):

- l'île aux Basques d'une superficie de 0,55 km² et située en face de la ville de Trois-Pistoles. Cette île est aussi un site historique d'importance nationale;
- l'île La Razade d'en Haut d'une superficie de 0,09 km² et située en front de la municipalité de Notre-Dame-des-Neiges-des-Trois-Pistoles;
- l'île La Razade d'en Bas d'une superficie de 0,09 km² et située dans la municipalité de Saint-Simon-de-Rimouski.

Il est interdit de débarquer dans ces îles sans autorisation préalable du propriétaire. Ces trois îles possèdent aussi le statut de refuge d'oiseaux migrateurs (voir l'item 5.3).

L'île aux Pommes (0,25 km²; **Carte 11**) est la propriété de la Société de protection et d'aménagement de l'île aux Pommes qui assure la protection intégrale de l'île, une des principales aires de nidification de l'Eider à duvet.

La municipalité de Rimouski est propriétaire de la partie ouest de l'île Saint-Barnabé (environ 75 p. 100 de l'île) soit une superficie de 1,53 km² (**Carte 11**). L'accès à l'île est limité et est contrôlé par la municipalité.

RÉFÉRENCES

- Archambault, S. 1999. Les activités anthropiques au Parc marin Saguenay–Saint-Laurent - synthèse des connaissances. Rapport remis à Parcs Canada. Pagination multiple.
- Bédard, J. 1999. Communication personnelle de Jean Bédard, Société Duvetnor Ltée. Rivière-du-Loup.
- Bérubé, G. 1992. Élevage et conditionnement de l'anguille à Saint-Fabien-de-Rimouski. p. 95-96, Dans: Colloque Mariculture Québec tenu le 1^{er} mai 1992 à l'Institut Maurice-Lamontagne. Conseil de l'Aquiculture et des Pêches du Québec en collaboration avec le ministère des Pêches et des Océans. 134 pages.
- Bérubé, Z. 1990. La pêche maritime au Québec, 1956 - 1985. Bureau de la statistique du Québec, 387 p.
- Bérubé, S. 1999. Pêche blanche. Chapitre 3, Dans : Plan de conservation des écosystèmes du parc marin du Saguenay —Saint-Laurent. Ébauche finale. 17 p.
- Bérubé, S. et J.-D. Lambert, 1999. Communautés ichthyennes côtières de l'estuaire du Saint-Laurent en 1996 et 1997 : suite du suivi ichthyologique (1986-1995). Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. (sous presse).
- Bibeault, J.-F., N. Gratton et A. Jourdain. 1996. Synthèse des connaissances sur les aspects socio-économiques du secteur d'étude Estuaire maritime. Environnement Canada - Région du Québec, Conservation de l'environnement, Centre Saint-Laurent. Rapport technique. Zone d'intervention prioritaire 18. 203 pages.
- Biorex. 1995. Cartographie des ressources halieutiques et de leurs habitats dans l'estuaire moyen du Saint-Laurent. Rapport au ministère des Pêches et des Océans, Région du Québec, Division de la gestion et de l'habitat du poisson. 36 p. + annexes.
- Biorex. 1996. Base de données géoréférencées sur les ressources halieutiques et leurs habitats : estuaire maritime du Saint-Laurent et fjord du Saguenay. Rapport au ministère des Pêches et des Océans, Région du Québec, Division de la gestion et de l'habitat du poisson. Volume 1 : 38 p. + annexes et Volume 2 : 34 p. + annexes.
- Bouchard, N. 1999. Trafic maritime. Chapitre 5, Dans : Plan de conservation des écosystèmes du parc marin Saguenay —Saint-Laurent. Ébauche finale. 29 p.
- COSEPAC. 1999. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada. Site internet consulté en octobre 1999 à l'adresse <http://www.cosewic.gc.ca>.
- Comité ZIP de la rive nord de l'estuaire (CZIP). 1998. Plan d'action et de réhabilitation écologique (PARE) de la rive nord de l'estuaire maritime du fleuve Saint-Laurent. Publié par le Comité ZIP de la rive nord de l'estuaire. Pagination multiple.
- Coulombe, R. 1991. Stabulation du Crabe des neiges. Rapport produit en collaboration avec Techno-Mer inc. Rapport final n° 77, Programme d'essai et d'expérimentation halieutiques et aquicoles, Ministère des Pêches et des Océans. 8 pages

- Drolet, R. 1998. Rapport sur l'état du Saint-Laurent — Le dérangement des espèces fauniques du Saint-Laurent. Équipe conjointe bilan, composée de représentants d'Environnement Canada, de Pêches et Océans Canada et du ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec, Sainte-Foy. Rapport technique. 108 p.
- Dufour, R. et B. Sainte-Marie. 1999. Crabe des neiges de l'estuaire et du nord du golfe du Saint-Laurent. Pêches et Océans Canada, Pêches de l'Atlantique, Rapport sur l'état des stocks C4-01 (1998), 15 p.
- Environnement Canada. 1998. Recommandations de classification. Programme de salubrité des eaux coquillières. Environnement Canada, Direction de la protection de l'environnement, Région du Québec.
- Fournier, C. 1999. Communication personnelle de Carol Fournier, agent des pêches, ministère des Pêches et des Océans. Baie-Comeau.
- Gagné, S. 1999. Communication personnelle de Serge Gagné, MAPAQ, Direction générale des pêches et de l'aquiculture commerciales, Gaspé.
- Gagnon, M. et P. Bergeron. 1999. Qualité du milieu marin de la Haute-Côte-Nord de l'estuaire du Saint-Laurent en support à la gestion intégrée de la zone côtière. Rapport de Biorex inc. à Pêches et Océans Canada, Région Laurentienne, 203 p.
- Gratton, N. et J.-F. Bibeault. 1998. Synthèse des connaissances sur les aspects socio-économiques du secteur d'étude Estuaire moyen. Environnement Canada - Région du Québec, Conservation de l'environnement, Centre Saint-Laurent. Rapport technique. Zones d'intervention prioritaire 15, 16 et 17. 184 pages.
- Grégoire, F., C. Lévesque, G. Poirier et C. Leblanc. 1999. Prises et débarquements de capelan (*Mallotus villosus*) dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent pour 1998. Secrétariat canadien pour l'évaluation des stocks, Doc. rech. 99/09 : 58 p.
- Jourdain, A., J.-F. Bibeault et N. Gratton. 1995. Synthèse des connaissances sur les aspects socio-économiques du secteur d'étude du Saguenay. Environnement Canada— Région du Québec, Conservation de l'environnement, Centre Saint-Laurent. Rapport technique. Zones d'intervention prioritaire 22 et 23. 195 pages.
- Lambert, J. 1999. Pêche sportive hivernale dans le fjord du Saguenay (1995-1998). Pêches et Océans Canada, Institut Maurice-Lamontagne. En préparation.
- Lehoux, D., A. Bourget, P. Dupuis et J. Rosa. 1985. La sauvagine dans le système du Saint-Laurent (fleuve, estuaire et golfe). Environnement Canada, Service canadien de la faune, Région du Québec. 76 p. + annexes.
- Lesueur, C. 1998. Acquisition de connaissances sur les poissons migrateurs et dulcicoles du Saguenay. Rapport du projet triennal : résultats obtenus de 1995 à 1998. Rapport du Comité ZIP-Saguenay au ministère des Pêches et des Océans, au ministère de l'Environnement et de la Faune et à Patrimoine Canada. 74 p. + annexes.
- Lesueur, C. et M. Archer. 1996. Description de la pêche récréative estivale sur la rivière Saguenay. Rapport du Comité ZIP – Saguenay au ministère des Pêches et des Océans du Canada et au ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec. Pêches et Océans, Saint-Laurent Vision 2000. 41 p. + annexes.

- Michaud, R., C. Bédard, M. Mingelbier et M.-C. Gilbert. 1997. Les activités d'observation en mer des cétacés dans l'estuaire maritime du Saint-Laurent 1985-1986 : étude de la répartition spatiale des activités et des facteurs favorisant la concentration des bateaux sur les sites d'observation. Rapport du GREMM à Parcs Canada, Parc marin Saguenay–Saint-Laurent. 17 p.
- Ministère des Affaires municipales du Québec (MAM). 1995. Banque SIGMAM, prévisions budgétaires 1995. Service des systèmes.
- Ministère de la Culture et des Communications (MCC). 1999. L'épave de l'Empress of Ireland est classé bien historique et archéologique. Communiqué de presse émis par le MCC à Rimouski le 21 avril 1999.
- Ministère de l'Environnement du Québec (MENVIQ). 1993. État de l'environnement au Québec, 1992. Montréal: Guérin. 560 p.
- Ministère de l'Environnement et de la Faune (MEF). 1998. Eaux de baignade - Programme Environnement Plage. Ministère de l'Environnement et de la Faune. Site internet consulté le 16 novembre 1998 à l'adresse http://www.mef.gouv.qc.ca/fr/environn/eau_bain.htm.
- Ministère de l'Environnement et de la Faune (MEF). 1999a. Communication personnelle. Direction générale de Québec, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Québec.
- Ministère de l'Environnement et de la Faune (MEF). 1999b. Communication personnelle. Direction régionale de la Côte-Nord, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Sept-Îles.
- Ministère des Pêches et des Océans (MPO). 1997. Rapport sur l'état des stocks de la région Laurentienne : Flétan du Groenland du golfe du Saint-Laurent (4RST). MPO, Pêches de l'Atlantique, rapport sur l'état des stocks, A4-03. 9 pages.
- Ministère des Pêches et des Océans (MPO). 1998. Compte rendu de l'atelier de travail sur les sites d'intérêt identifiés en vue de la désignation d'éventuelles zones de protection marines pilotes tenu à Mont-Joli (Québec) les 15 et 16 septembre 1998. Pêches et Océans Canada, Région Laurentienne. Institut Maurice-Lamontagne. Version préliminaire, 93 pages.
- Ministère des Pêches et des Océans (MPO). 1999a. Communication personnelle. Service des statistiques, Québec.
- Ministère des Pêches et des Océans (MPO). 1999b. Répertoire des aires protégées en milieu marin et côtier. Fiches techniques Estuaire moyen/Estuaire maritime/ Saguenay. Version préliminaire.
- Ministère des Pêches et des Océans (MPO). 1999c. Communication personnelle. Bureau de Sept-Îles.
- Morisset, J. 1999. Les pêches commerciales, sportives et de subsistance des espèces marines. Chapitre 4, Dans: Plan de conservation des écosystèmes du parc marin Saguenay—Saint-Laurent. Ébauche finale. 18 pages.

- Mousseau, P. et A. Armellin. 1995. Synthèse des connaissances sur les communautés biologiques du Saguenay. Environnement Canada - Région du Québec, Conservation de l'environnement, Centre Saint-Laurent. Rapport technique. Zones d'intervention prioritaire 22 et 23. 246 pages.
- Mousseau, P. et A. Armellin. 1996. Synthèse des connaissances sur les communautés biologiques du secteur d'étude Estuaire maritime. Environnement Canada - Région du Québec, Conservation de l'environnement, Centre Saint-Laurent. Rapport technique. Zone d'intervention prioritaire 18. 132 pages.
- Mousseau, P., M. Gagnon, P. Bergeron, J. Leblanc et R. Siron. 1998. Synthèse des connaissances sur les communautés biologiques de l'estuaire moyen du Saint-Laurent. Ministère des Pêches et des Océans - Région Laurentienne, Division de la gestion de l'habitat et des sciences de l'environnement, Institut Maurice-Lamontagne et Environnement Canada - Région du Québec, Conservation de l'environnement, Centre Saint-Laurent. Rapport technique. Zones d'intervention prioritaire 15, 16 et 17. 309 pages.
- Ojori Communication. 1999. Activité de plein-air au Québec (Canada) - Baignade, plongée et glissade d'eau au Québec. Site internet consulté le 19 avril 1999 à l'adresse <http://ojori.com/pleinair/index.htm>.
- Pelletier, L. 1999. Communication personnelle de Line Pelletier, Pêches et Océans Canada, Institut Maurice-Lamontagne, Mont-Joli.
- Perreault, D. 1997. Jeux de fleuve - Répertoire des activités écotouristiques du Saint-Laurent. Franc-Vert, Vol. 14, no 3. Aussi accessible sur l'écoroute de l'information à l'adresse <http://uqcn.qc.ca/group/uqcn/francvert/fleuve/index.html>
- Provencher, L., D. Dorion, et P. Gagnon. 1995. Stabulation du crabe des neiges en mer: type de casier et niveau d'entassement des crabes. Rapp. can. ind. sci. halieut. aquat. 231: vii + 23 p.
- Robitaille, J.A. et Y. Vigneault. 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. Rapp. manus. can. sci. halieut. aquat. 2057 : 56 p.
- Robitaille, J.A., L. Choinière, G. Trencia et G. Verreault. 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, 68 p.
- Robitaille, J.A., L. Choinière, G. Trencia et G. Verreault. 1995. Pêche sous la glace de l'éperlan arc-en-ciel (*Osmerus mordax*) à l'Isle-Verte pendant l'hiver 1991-1992. MEF, Serv. aménag. exploit. faune. 27 p.
- Service canadien de la faune (SCF). 1999a. Territoires protégés. Site du Service canadien de la faune (Région du Québec) consulté le 08-04-98 à l'adresse http://www.qc.ec.gc.ca/faune/faune/html/territoires_proteges.html.
- Service canadien de la faune (SCF). 1999b. Règlements sur la chasse aux oiseaux migrateurs 1998-1999. Site du Service canadien de la faune (Région du Québec) consulté le 20 avril 1999. http://www.qc.ec.gc.ca/faune/faune/html/lois_et_chasse.html.

- Société des Traversiers du Québec. 1999. Communication personnelle, Québec.
- Tecsult. 1999. Communication personnelle. Montréal.
- Therrien, J. 1998. Rapport sur la situation de l'esturgeon noir (*Acipenser oxyrinchus*) au Québec. Ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction de la faune et des habitats, Service de la faune aquatique, 45 p.
- Tourisme Québec. 1999. Le site touristique officiel du gouvernement du Québec, Direction des relations publiques. Consulté en octobre 1999 à l'adresse www.tourisme.gouv.qc.ca
- Traversier Rimouski/Forestville. 1999. Communication personnelle, Rimouski.
- Tremblay, S. 1997. La gestion et la réglementation de la pêche commerciale de l'anguille d'Amérique (*Anguilla rostrata*) au Québec. p. 47-53. Dans : R.H. Peterson (éd.). The American eel in eastern Canada : stock status and management strategies. Proceedings of eel management workshop, January 13-14, 1997, Québec City, Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 2196.
- Union québécoise pour la Conservation de la nature (UQCN). 1993. Guide des milieux du Québec. Les Éditions Franc-Vert. 217 pages.

ANNEXE CARTOGRAPHIQUE

- Carte 1.** Zones de pêche commerciale par type d'engin et principale espèce visée dans la zone d'étude.
- Carte 2.** Sites de pêche récréative et sportive dans la zone d'étude.
- Carte 3.** Sites de récolte de duvet d'eider dans la zone d'étude.
- Carte 4.** Trafic maritime, ports, marinas et quais de la zone d'étude.
- Carte 5.** Sites de baignade dans la zone d'étude.
- Carte 6.** Sites de plongée sous-marine dans la zone d'étude.
- Carte 7.** Sites riverains d'observation des mammifères et oiseaux marins dans la zone d'étude.
- Carte 8.** Sites riverains de randonnée pédestre dans la zone d'étude.
- Carte 9.** Sites protégés de juridiction fédérale et mixte dans la zone d'étude.
- Carte 10.** Sites protégés de juridiction provinciale dans la zone d'étude.
- Carte 11.** Autres sites protégés dans la zone d'étude.

TABLE DES MATIÈRES

| | Page |
|---|------|
| Liste des tableaux | iii |
| 1. Introduction et méthodologie | 1 |
| 2. Altérations physiques | 1 |
| 2.1. Sources externes | 1 |
| 2.1.1. Modification du climat | 1 |
| 2.1.2. Amincissement de la couche d'ozone stratosphérique | 4 |
| 2.1.3. Modification des apports d'eau douce | 4 |
| 2.2. Sources locales | 6 |
| 2.2.1. Altération des marais salés | 6 |
| 2.2.2. Altération des vasières, plages et estrans rocheux | 8 |
| 2.2.3. Altération des habitats infralittoraux et circalittoraux | 9 |
| 2.2.4. Altération des milieux pélagiques peu profonds | 10 |
| 3. Sources de pollution | 11 |
| 3.1. Eaux continentales | 11 |
| 3.1.1. Fleuve Saint-Laurent | 11 |
| 3.1.2. Rivière Saguenay | 12 |
| 3.1.3. Autres tributaires | 13 |
| 3.2. Eaux océaniques | 13 |
| 3.3. Sources locales | 13 |
| 3.3.1. Eaux usées municipales | 13 |
| 3.3.2. Eaux usées industrielles | 14 |
| 3.3.3. Sites d'élimination de déchets dangereux | 16 |
| 3.3.4. Transport maritime et activités portuaires | 16 |
| 3.4. Retombées atmosphériques | 20 |
| 4. Impact de la pollution sur le milieu marin | 20 |
| 4.1. Qualité de l'eau | 20 |
| 4.1.1. Eutrophisation | 21 |
| 4.1.2. Contamination bactériologique | 21 |
| 4.1.3. Contamination par les substances toxiques | 21 |
| 4.2. Qualité des sédiments | 22 |
| 4.2.1. Contamination organique | 22 |
| 4.2.2. Contamination par les substances toxiques | 22 |
| 4.2.3. Déchets solides | 28 |

| | Page |
|---|------|
| 4.3. Contamination de la chaîne alimentaire | 29 |
| 4.3.1. Bioconcentration et bioamplification des substances toxiques..... | 29 |
| 4.3.2. Critères de qualité | 29 |
| 4.3.3. Contamination des ressources halieutiques, des mammifères marins et des oiseaux marins..... | 30 |
| 5. Altérations biologiques des habitats et des ressources..... | 31 |
| 5.1. Introduction d'espèces non-indigènes..... | 31 |
| 5.2. Prélèvements biologiques..... | 31 |
| 5.2.1. Pêche commerciale..... | 31 |
| 5.2.2. Pêche sportive | 33 |
| 5.2.3. Chasse à la sauvagine | 33 |
| 5.2.4. Chasse aux phoques..... | 34 |
| 6. Dérangement de la faune | 34 |
| 6.1. Observation des mammifères marins..... | 35 |
| 6.2. Navigation commerciale et de plaisance | 36 |
| 6.3. Activités récréotouristiques sur le littoral | 36 |
| 6.4. Pêche commerciale au filet maillant..... | 37 |
| 6.4.1. Filets maillants opérés par les pêcheurs..... | 37 |
| 6.4.2. Pêche fantôme | 37 |
| 6.5. Récolte de duvet d'eider | 38 |
| 6.6. Survols aériens | 38 |
| Références..... | 39 |
| Annexe 1 Description de la problématique générale associée aux substances chimiques toxiques en milieu aquatique | 47 |
| Annexe cartographique | 55 |

LISTE DES TABLEAUX

| | Page |
|--|------|
| Tableau 1. Phénomènes associés à la période anormalement froide des conditions océanographiques dans le golfe du Saint-Laurent de 1984 à 1996 | 3 |
| Tableau 2. Augmentation prévue de la température de l'air dans des régions importantes pour les ressources de la zone d'étude..... | 4 |
| Tableau 3. Quelques préoccupations concernant les impacts possibles du réchauffement global sur les ressources de la zone d'étude | 5 |
| Tableau 4. Sommaire des altérations physiques des habitats benthiques littoraux de la zone d'étude de 1945 à 1988 | 6 |
| Tableau 5. Sommaire des principales altérations des marais salés dans la zone d'étude depuis 1880 | 7 |
| Tableau 6. Volumes dragués de 1989 à 1995 dans les principaux sites nécessitant un dragage d'entretien dans la zone d'étude | 9 |
| Tableau 7. Flux annuels des substances toxiques persistantes et biocumulatives à la hauteur de Québec..... | 12 |
| Tableau 8. Sommaire des caractéristiques des établissements industriels ciblés par le programme SLV 2000 dont les eaux usées sont rejetées directement dans la zone d'étude ou un de ses tributaires | 15 |
| Tableau 9. Description sommaire des sites riverains d'élimination de déchets dangereux dans la zone d'étude | 17 |
| Tableau 10. Description sommaire des déversements de produits chimiques liés à la navigation commerciale et aux installations portuaires dans la portion amont de la zone d'étude | 18 |
| Tableau 11. Fréquence des déversements de produits chimiques et pétroliers liés à la navigation commerciale et aux opérations de transbordement dans les ports du Saguenay et de l'estuaire..... | 19 |
| Tableau 12. Critères intérimaires retenus pour l'évaluation de la qualité des sédiments du Saint-Laurent..... | 23 |
| Tableau 13. Grandes tendances historiques dans la contamination du chenal Laurentien | 24 |

| | Page |
|--|------|
| Tableau 14. Contamination des zones portuaires de la zone d'étude de 1987 à 1995..... | 28 |
| Tableau 15. Poids, volume, importance relative et densité des débris de plastique recueillis en 1992 dans la zone d'étude..... | 29 |
| Tableau 16. Critère de qualité des ressources alimentaires des mammifères marins et des ressources halieutiques utilisées dans le présent rapport..... | 30 |

CHAPITRE 4. LES ACTIVITÉS HUMAINES ET LEURS IMPACTS SUR LES HABITATS ET LES RESSOURCES

1. INTRODUCTION ET MÉTHODOLOGIE

Le présent chapitre présente une description sommaire des activités humaines qui ont eu, qui ont ou qui sont susceptibles d'avoir des impacts négatifs sur les habitats et les ressources de la zone d'étude. Quatre types principaux de perturbations sont décrits : 1) les altérations physiques des habitats, 2) la pollution, 3) les altérations biologiques et 4) le dérangement.

Nous avons aussi distingué, d'une part, les altérations attribuables principalement à des activités réalisées dans la zone d'étude ou sur les rives de la zone d'étude (sources locales) et, d'autre part, des altérations attribuables principalement à des activités réalisées à l'extérieur de la zone d'étude (sources externes).

Les sources locales de perturbations ont, dans la mesure du possible, été décrites et localisées avec précision tandis que la description des sources externes s'est limitée, lorsque possible, à la description de leur charge globale ou de leurs impacts cumulatifs sur la zone d'étude, l'identification et la localisation précise des sources elles-mêmes débordant largement le cadre de la présente étude.

La description de la contamination de l'eau, des sédiments et de la chaîne alimentaire par les substances chimiques toxiques a été limitée en grande partie aux onze substances prioritaires du plan d'action Saint-Laurent Vision 2000 (mercure, plomb, BPC, dioxines, furanes, benzo(α)pyrène, DDT, mirex, toxaphène, dieldrine et hexachlorobenzène) (SLV 2000, 1997) ainsi qu'au tributylétain (TBT), un composé organostannique dont la présence en milieu marin est surtout associée au trafic maritime. Les substances prioritaires listées ci-dessus sont aussi celles qui ont été jugées les plus préoccupantes pour le Béluga du Saint-Laurent (ERBSL, 1995). L'annexe 1 présente une description de la problématique générale associée à chacune de ces 12 substances en milieu aquatique au Canada.

2. ALTÉRATIONS PHYSIQUES

2.1. SOURCES EXTERNES

2.1.1. Modification du climat

Changements climatiques depuis le début du siècle. Il est reconnu depuis longtemps que les changements climatiques ont un impact majeur sur les migrations et l'abondance des ressources marines dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent. En effet, Vladkov (1944) décrit les variations d'abondance de plusieurs espèces (Béluga, Épaulard, Globicéphale noir, Phoque du Groenland, morue, Capelan et Zostère marine) dans l'estuaire au cours des années 1920 et 1930 en fonction des variations du climat (années froides/années chaudes).

Plus récemment, l'ensemble de l'Atlantique du nord-ouest, incluant le golfe du Saint-Laurent, a connu de 1984 à 1996 des hivers beaucoup plus froids que la normale (Gilbert, 1997). Ce refroidissement du climat a eu comme effet de réduire la température de la couche d'eau

superficielle du golfe en été et, notamment, celle de la couche d'eau intermédiaire froide qui est formée en surface dans le golfe durant l'hiver. Le refroidissement de cette couche a été particulièrement important de 1990 à 1994.

Les conditions froides qui ont prévalu dans l'Atlantique du nord-ouest du milieu des années 1980 au milieu des années 1990 ont eu des répercussions très importantes sur l'aire de répartition, les migrations, la croissance, la condition des individus, le régime alimentaire, la fécondité, le niveau de recrutement et, même, la survie des adultes chez un grand nombre d'espèces marines. Le Tableau 1 présente un survol des phénomènes observés durant cette « période froide ». D'autres « périodes froides », moins sévères que la dernière, ont aussi eu lieu de 1973 à 1976 et en 1955 - 1956 avec des répercussions, semble-t-il, similaires chez la morue et le calmar, notamment (MPO, 1998a; 1998b; Dawe *et al.*, 1998).

Réchauffement global. Depuis 1895, la température annuelle moyenne de l'air au Canada a augmenté de 1,1 °C (Bergeron *et al.*, 1997). La cause du réchauffement global est l'augmentation de la concentration de gaz à effet de serre, notamment le CO₂, dans l'atmosphère attribuable aux activités humaines. Jusqu'ici, le réchauffement a surtout été important dans les Prairies et l'ouest du Canada septentrional alors que l'est de l'Arctique canadien et le nord-ouest de l'Atlantique ont connu un refroidissement du climat. Selon des scénarios conservateurs, les concentrations de gaz à effet de serre dans l'atmosphère doubleront par rapport à leur niveau actuel vers la fin du 21^{ème} siècle. Les modèles climatiques prédisent qu'une telle augmentation aura des répercussions très importantes sur le climat. Règle générale, l'accroissement prévu des températures sera beaucoup plus important dans les régions septentrionales et durant l'hiver (Tableau 2). On prévoit aussi une réduction importante des apports d'eau douce principalement attribuable à l'augmentation de l'évaporation (augmentation de la température de l'air) et, dans une moindre mesure, à la diminution des précipitations dans le bassin des Grands Lacs. Le débit annuel moyen du Saint-Laurent à Québec serait réduit de 33 p. 100 et la crue se produirait plus tôt au printemps. Dans le cas des rivières de la Côte-Nord, on ne prévoit pas de changement important du débit annuel moyen mais une augmentation importante des débits en hiver, une crue plus hâtive et un étiage estival plus prononcé (Bergeron *et al.*, 1997). Par ailleurs, on prévoit aussi une augmentation du niveau de la mer de l'ordre de 3 à 8 cm par décennie, une réduction du couvert de glaces dans le golfe et une augmentation de la fréquence des événements atmosphériques extrêmes (tempêtes, crues subites) (Bergeron *et al.*, 1997).

Dans le cas de la zone d'étude, il semble que l'élévation prévue du niveau des océans pourrait être en partie compensée par le relèvement isostatique de la côte, un phénomène en cours depuis le retrait des glaciers il y a 10 000 ans (Anctil et Troude, 1992).

Aucune étude ne s'est sérieusement penchée jusqu'à ce jour sur les impacts anticipés du réchauffement global sur les caractéristiques des masses d'eau dans la zone d'étude. Le Tableau 3 donne une liste incomplète et exploratoire de certaines préoccupations quant au réchauffement global afin d'illustrer l'ampleur des changements qui pourraient avoir lieu à moyen et à long terme. Un examen beaucoup plus approfondi de cette problématique devrait constituer un des principaux enjeux pour la future zone de protection marine.

Tableau 1

Phénomènes associés à la période anormalement froide des conditions océanographiques dans le golfe du Saint-Laurent de 1984 à 1996.

| Espèce | Observation | Référence |
|----------------------------|--|---|
| Crabe des neiges | Extension de la répartition spatiale; augmentation importante de la durée d'incubation des œufs et maturité précoce. | Sainte-Marie et Gilbert, 1998 |
| Anguille d'Amérique | Diminution de 99 p. 100 de la remontée de civelles dans le lac Ontario de 1986 à 1992. | Castonguay <i>et al.</i> , 1994 |
| Calmar à courtes nageoires | Absence presque complète de l'espèce le long des côtes canadiennes de 1983 à 1995. | Black <i>et al.</i> , 1987 Dawe <i>et al.</i> , 1998 |
| Capelan | Extension de l'aire de répartition de l'espèce vers le sud du golfe; ralentissement de la croissance; retard de la migration vers les frayères de 1990 à 1994. | Grégoire <i>et al.</i> , 1998 |
| Saumon de l'Atlantique | Diminution de la montaison des géniteurs dans les rivières du nord-est de l'Amérique du Nord depuis le milieu des années 1980. | MPO, 1998c Tremblay <i>et al.</i> , 1998 |
| Morue du nord du golfe | Détérioration de la condition des individus de 1989 à 1994; diminution du taux de croissance; diminution de la qualité des œufs; changement du régime alimentaire; augmentation de la mortalité naturelle; lent redressement du stock après l'imposition du moratoire en 1994. | Lambert et Dutil, 1997 Ouellet, 1997 MPO, 1998a |
| Morue du sud du golfe | Détérioration de la condition des individus avec un minimum en 1992; lent rétablissement du stock après le moratoire imposé en 1993. | MPO, 1998b |
| Lançon | Extension de l'aire de répartition vers le sud du golfe entre 1990 et 1994. | Lévesque et Grégoire, 1997 |
| Oiseaux pélagiques | Augmentation de l'abondance de la Mouette tridactyle dans le golfe attribuée à l'abondance du Capelan et du Lançon. | Rail <i>et al.</i> , 1996 |
| | Changement de la diète des fous de bassan et des mouettes tridactyles. | Montevecchi et Myers, 1995 |

Tableau 2

Augmentation prévue¹ de la température de l'air dans des régions importantes pour les ressources de la zone d'étude, sous l'hypothèse d'un doublement de la concentration actuelle de CO₂ atmosphérique.

| <i>Région</i> | <i>Augmentation de la température (°C)</i> | |
|---|--|--------------|
| | <i>Été</i> | <i>Hiver</i> |
| Bassin des Grands Lacs | +4 à +5 | +5 à +7 |
| Bassin du fleuve Saint-Laurent | +4 | +4 à +6 |
| Bassin du fjord du Saguenay et de l'estuaire du Saint-Laurent | +3 à +4 | +5 à +6 |
| Bassin du golfe du Saint-Laurent | +3 | +4 à +6 |
| Côte atlantique (Terre-Neuve à cap Hatteras) | +3 à +4 | +3 à +4 |
| Mer du Labrador | +2 à +3 | +4 à +10 |

Source : adapté de Bergeron *et al.*, 1997.

¹ Modèle climatique canadien (1992).

2.1.2. Amincissement de la couche d'ozone stratosphérique

Les concentrations d'ozone stratosphérique au-dessus des latitudes tempérées du globe ont diminué de 3 p. 100 au cours de la dernière décennie. Cette diminution est attribuable à l'émission dans l'atmosphère de substances chimiques qui détruisent la couche d'ozone. Cette couche a la propriété d'absorber une bonne partie des rayons ultraviolets de type B émis par le soleil. Le phytoplancton et le zooplancton sont particulièrement sensibles à une augmentation du rayonnement ultraviolet de type B. En laboratoire, ces rayons réduisent la capacité photosynthétique du phytoplancton et l'activité du bactérioplancton, diminuent la fécondité et augmentent la mortalité du zooplancton (Harding, 1992). Les effets de l'accroissement du rayonnement UV sur les embryons et larves de certaines ressources halieutiques du golfe du Saint-Laurent sont présentement à l'étude.

2.1.3. Modification des apports d'eau douce

Le Saint-Laurent, le Saguenay et plusieurs rivières importantes de la Côte-Nord ont été harnachés par des barrages afin de régulariser les niveaux d'eau et produire de l'électricité. Ces aménagements ont considérablement réduit les variations saisonnières des apports d'eau douce dans l'estuaire maritime. On estime que, à partir de 1970, l'amplitude des fluctuations saisonnières de ces apports a été réduite de moitié avec une crue printanière moins importante et des débits plus élevés en hiver. De nos jours, les apports d'eau douce du Saguenay et des rivières Betsiamites, aux Outardes et Manicouagan se font surtout sous la forme de courtes pointes de débit qui n'ont plus rien à voir avec le cycle annuel naturel. Les impacts de ces modifications sur les ressources de la zone d'étude ne sont pas connus parce qu'on ne dispose pas de suffisamment de données datant d'avant les années 1970 (Bugden *et al.*, 1982; Koutitonsky et Bugden, 1991).

Tableau 3

Quelques préoccupations concernant les impacts possibles du réchauffement global sur les ressources de la zone d'étude.

Mammifères marins (Vladykov, 1944)

- Changement dans l'abondance relative des différentes ressources alimentaires et de l'abondance globale des ressources alimentaires ? Augmentation de l'abondance de morue, calmar, hareng et maquereau et diminution de l'abondance du Capelan, du lançon, d'euphausides et du copépode *Calanus finmarchicus* ? Diminution de l'abondance de phoques du Groenland ?
- Augmentation de la prédation par les épaulards ?
- Constriction de l'aire de répartition du Béluga ?
- Présence accrue du Globicéphale noir et du Cachalot macrocéphale ?

Ressources halieutiques

- Diminution de l'abondance du Crabe des neiges, du Capelan et du lançon ? (Murawski, 1993)
- Augmentation de l'abondance de la morue, du hareng, du maquereau, de la Plie canadienne et du calmar ? (Murawski, 1993)
- Mortalité accrue des juvéniles 0+ de poulamon (Fortin *et al.*, 1992) et de l'Éperlan arc-en-ciel ?
- Diminution de l'âge à la smoltification et de la superficie d'habitat du Saumon de l'Atlantique en rivière ? (Minns *et al.*, 1995)
- Augmentation de la survie de saumoneaux en mer ?

Oiseaux marins

- Changement dans l'abondance des proies; diminution des proies pélagiques et augmentation des proies littorales ? (Murawski, 1993)
- Diminution de l'abondance des oiseaux pélagiques et augmentation de l'abondance d'oiseaux littoraux ?
- Asynchronisme des migrations et des périodes de nidification avec les périodes d'abondance des ressources alimentaires ? (Montevecchi et Myers, 1995)

Habitats benthiques

- Augmentation générale de la salinité et de la température de l'eau ?
- Diminution de la turbidité ?
- Diminution ou augmentation de la production primaire ?

Habitats pélagiques

- Diminution ou augmentation de la production primaire ?
- Diminution ou augmentation des remontées d'eau profondes à la tête du chenal Laurentien ?
- Diminution ou augmentation du taux de renouvellement des eaux profondes de l'estuaire et du fjord du Saguenay ?

2.2. SOURCES LOCALES

Le Tableau 4 présente un sommaire des altérations physiques des habitats littoraux de la zone d'étude inventoriées entre 1945 et 1988 (Robitaille *et al.*, 1988; Marquis *et al.*, 1991). Cet inventaire indique qu'environ 6,5 km² d'habitats intertidaux et 20,9 km² d'habitats infralittoraux ont été perturbés entre 1945 et 1988.

Tableau 4
Sommaire des altérations physiques des habitats benthiques littoraux
de la zone d'étude de 1945 à 1988.

| <i>Habitat</i> | <i>Superficie altérée (hectares)</i> | | | <i>Total</i> | <i>Principales causes des altérations</i> |
|-------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|--------------------------|--------------|---|
| | <i>Rive sud de l'estuaire</i> | <i>Rive nord de l'estuaire</i> | <i>Fjord du Saguenay</i> | | |
| Marais salés | 286 | 40 | 4 | 330 | Endiguement |
| Vasières intertidales | 186 | 1 | 0 | 187 | Infrastructures côtières |
| Plages de sable et/ou gravier | 20 | 5 | 95 | 120 | Flottage du bois (baie des Ha! Ha!) |
| Estrans rocheux | < 1 | 11 | 1 | 12 | Infrastructures côtières |
| Infralittoral | 1 708 | 18 | 369 | 2 095 | Dragage et dépôt de déblais de dragage |
| TOTAL | 2 200 | 75 | 469 | 2 744 | |

Source : Adapté de Marquis *et al.*, 1991.

2.2.1 Altération des marais salés

Les altérations de marais salés relevées depuis 1945 (330 ha) ne constituent qu'une faible proportion des superficies altérées depuis la fin du 19^{ième} siècle. En effet, la superficie totale de marais altérés depuis 1880 se situe entre 1 300 et 1 460 ha selon la source utilisée (Tableau 5).

La principale cause de perturbation des marais est l'endiguement de leur partie supérieure (Spartine étalée et herbaçaie salée) en vue d'une exploitation agricole (1 100 à 1 300 ha). Ce type de pertes a été particulièrement important dans la baie Sainte-Anne, la région de Kamouraska et la région de l'Isle-Verte (Carte 1). Dans ces régions, la partie des marais située sous le niveau moyen des marées hautes (Spartine alterniflore) n'a pas été endiguée mais elle a été altérée par l'aménagement de canaux de drainage agricole. À plusieurs endroits, les digues sont partiellement détruites et le haut marais est en voie de récupération (Reed et Moisan, 1971; Pelletier *et al.*, 1990; Argus, 1998).

Tableau 5

Sommaire des principales altérations des marais salés dans la zone d'étude depuis 1880.

| Secteur | Superficie initiale (ha) | Superficie altérée (ha) | Principales causes d'altérations | Sources |
|--|---------------------------------|--------------------------------|--|--|
| Rive sud de l'estuaire | | | | |
| Baie Sainte-Anne (Saint-Roch à Rivière-Ouelle) | 540 | 280 | Endiguement pour l'agriculture | Reed et Moisan, 1971 Pelletier <i>et al.</i> , 1990 Argus, 1998 |
| Kamouraska (Saint-Denis à Andréville) | 1 471–1 521 | 550–600 | Endiguement pour l'agriculture | Reed et Moisan, 1971 Gauthier <i>et al.</i> , 1980 Goudreau et Gauthier, 1981 Pelletier <i>et al.</i> , 1990 Argus, 1998 |
| Rivière-du-Loup (Notre-Dame-du-Portage à anse au Persil) | 311 | 32 | Non spécifié | Reed et Moisan, 1971 Argus, 1998 |
| Cacouna | 462-570 | 168 | Endiguement pour l'agriculture | Reed et Moisan, 1971 Pelletier <i>et al.</i> , 1990 Argus, 1998 |
| L'Isle-Verte (Cacouna à Trois-Pistoles) | 1482 | 210 | Aménagement du port de Gros-Cacouna Endiguement pour l'agriculture | Reed et Moisan, 1971 Gauthier <i>et al.</i> , 1980 Goudreau et Gauthier, 1981 Argus, 1998 |
| Trois-Pistoles (Rivière Trois-Pistoles à Cap Marteau) | 177 | 0 | | Marquis <i>et al.</i> , 1991 Argus, 1998 |
| Bic | 83 | 2 | Remblayage (quai) | Marquis <i>et al.</i> , 1991 Argus, 1998 |
| Rimouski et Pointe-au-Père | 198 | 0 | | Marquis <i>et al.</i> , 1991 Argus, 1998 |
| Total Rive sud | 4 724 – 4 882 | 1 242 – 1 400 | Pertes de 25 à 30 p. 100 | |
| Rive nord et Saguenay | | | | |
| Charlevoix | 330 | 6 | Remblayage et assèchement à Baie-Saint-Paul et La Malbaie | Dryade, 1981 Robitaille <i>et al.</i> , 1988 Marquis <i>et al.</i> , 1991 Argus, 1998 |
| Haute-Côte-Nord | 540 | 32 | Assèchement du marais de la baie des Mille-Vaches (21 ha) et remblayage du marais de la baie des Ilets-Jérémie (10 ha) | Dryade, 1981 Marquis <i>et al.</i> , 1991 Argus, 1998 |
| Fjord du Saguenay | > 250 | > 20 | Remblayage du marais de Saint-Fulgence (> 15 ha) | Mousseau et Armellin, 1995 Argus, 1998 |
| Total Rive nord et Saguenay | > 1 120 | > 58 | Pertes d'environ 5 p. 100 | |
| Grand total | > 5 844 – > 6 000 | > 1 300 – > 1 460 | Pertes totales de 22 à 25 p. 100 | |

La deuxième cause de pertes de marais en importance a été l'aménagement du port de Gros-Cacouna de 1965 à 1979 (**Carte 1**) qui a détruit 108 ha de marais par remblayage ou endiguement (Pelletier *et al.*, 1990). Par ailleurs, le marais à scirpe de Saint-Fulgence a été perturbé par la construction de la route 172 en 1977, puis par la construction résidentielle dans le haut marais et la canalisation du bas marais. Les pertes à cet endroit s'élèvent à plus de 15 ha (Mousseau et Armellin, 1995). Sur la rive nord de l'estuaire, le marais qui a été le plus perturbé est celui de la baie des Mille-Vaches avec 22 ha asséchés pour l'agriculture (Marquis *et al.*, 1991).

Au total, 22 à 25 p. 100 de la superficie des marais de la zone d'étude ont été altérés, soit de 33 à 36 p. 100 de la superficie des hauts marais (Spartine étalée et herbaçaille salée) et moins de 2 p. 100 de la superficie du bas marais (Spartine alterniflore).

Les marais de l'estuaire sont aussi perturbés depuis le début des années 1980 par l'érosion accélérée du talus délimitant le haut et le bas marais, au niveau des marées hautes moyennes (Dionne, 1986; Anctil et Troude, 1992; Drapeau, 1992; Argus, 1998; Dionne, 1999). Le problème est particulièrement grave à Rivière-du-Loup (recul du haut-marais de 1,6 à 2,2 m par année). Ailleurs dans l'estuaire, le taux de recul se situe entre 0,1 et 1,7 m par année (Argus, 1998). On pense que le débit du fleuve Saint-Laurent plus élevé que la normale au cours des années 1970 à 1980 a été responsable d'une hausse du niveau de l'eau dans l'estuaire et de l'augmentation de l'érosion (Anctil et Troude, 1992; Drapeau, 1992).

Les marais salés de la baie des Ha! Ha! (La Baie) et de l'anse Saint-Jean ont été considérablement perturbés par l'inondation catastrophique de juillet 1996. Ces marais de petite superficie ont été en partie recouverts par les énormes quantités de sédiments entraînés par les rivières Ha! Ha!, à Mars et Saint-Jean dans les embouchures des rivières et les zones intertidales adjacentes (Walsh et Bourgeois, 1996).

Enfin, les marais sont perturbés par la circulation des motoneiges dans certains secteurs. C'est notamment le cas des marais de la région de Sainte-Anne-de-Portneuf et de la baie des Mille-Vaches (Gagnon et Bergeron, 1999).

2.2.2. Altération des vasières, plages et estrans rocheux

Dans l'ensemble, les vasières intertidales, les plages et les estrans rocheux de la zone d'étude sont peu perturbés (3,2 km² au total). Ces pertes sont surtout attribuables à l'aménagement d'infrastructures côtières (ports, marinas et quais) et sont dispersées sur l'ensemble de la zone d'étude (**Carte 1**). Par contre, deux secteurs ont été l'objet de perturbations plus importantes, soit la baie des Ha! Ha! et la région de Cacouna (**Carte 1**). Dans la baie des Ha! Ha!, la zone intertidale du fond de la baie a été complètement altérée par l'aménagement des installations portuaires de la Société d'électrolyse Alcan et de la papetière Consolidated, le dragage autour des quais et le flottage du bois en zone intertidale. À ce site, 24 ha ont été remblayés, presque autant ont été dragués et 55 ha ont été ensevelis sous une pluie continue d'écorces dans l'aire de flottage du bois (Pelletier *et al.*, 1990). Ce secteur a été complètement altéré par la grave inondation qui a affecté la région en juillet 1996 et qui a déversé de grandes quantités de sédiments sur les rives et sur le fond de la baie (Walsh et Bourgeois, 1996).

À Cacouna, l'aménagement du port de Gros-Cacouna entre 1965 et 1978 a nécessité le dragage de 4,5 millions de mètres cubes de sédiments et la construction de digues qui ont détruit 50 ha de vasières intertidales (**Carte 1**) (Pelletier *et al.*, 1990).

Par ailleurs, les plages de la Haute-Côte-Nord sont perturbées par le passage répété de véhicules tout-terrain; les sites affectés par cette activité récréative ne sont cependant pas documentés (Gagnon et Bergeron, 1999).

À l'exception du problème d'érosion des marais salés discuté à la section précédente, aucun problème majeur d'érosion des berges comparable à la situation retrouvée le long de la péninsule de Manicouagan n'a été mis en évidence dans la zone d'étude. Les secteurs les plus vulnérables à l'érosion sont situés le long de la Haute-Côte-Nord en aval de Les Escoumins (Gagnon et Bergeron, 1999).

2.2.3 Altération des habitats infralittoraux et circalittoraux

Les habitats infralittoraux de la zone d'étude sont surtout perturbés par le dragage d'entretien des ports, marinas et abords des quais et par le dépôt des déblais de dragage en eau peu profonde au large de ces installations (**Carte 1**). Le Tableau 6 présente les données disponibles sur ce type d'activité. Le principal site de dragage est situé à Rivière-du-Loup; les déblais de dragage de cette localité (30 000 à 40 000 m³ par année) sont immergés près de la rive au large de l'anse au Persil.

Tableau 6
Volumes dragués de 1989 à 1995 dans les principaux sites nécessitant un dragage d'entretien dans la zone d'étude.

| <i>Localité</i> | <i>Nombre d'années avec dragage (sur un nombre possible de 7)</i> | <i>Volume total de 1989 à 1995 (milliers de m³)</i> |
|---|---|--|
| Rive sud de l'estuaire | | |
| Rivière-du-Loup (traversier) | 7 | 281,1 |
| Gros-Cacouna (port) | 2 | 11,9 |
| Rimouski-Est (port) | 6 | 50,4 |
| Rive nord de l'estuaire | | |
| Île aux Coudres (traversier) | 2 | 15,1 |
| Île aux Coudres (marina) | 5 | 45,4 |
| Saint-Joseph-de-la-rive (traversier) | 3 | 1,4 |
| Cap-à-l'Aigle | 1 | 0,9 |
| Fjord du Saguenay | | |
| Chenal maritime entre Saint-Fulgence et Chicoutimi | Aucun dragage depuis 1991 | 5,5 de 1988 à 1991 |
| La Baie (quai) | Aucun dragage depuis 1990 | 116,9 de 1983 à 1991 |

Sources : Jourdain *et al.*, 1995; Bibeault *et al.*, 1996; Gratton et Bibeault, 1998.

Les perturbations attribuables à la pêche commerciale, notamment l'utilisation de dragues et de chaluts, sont peu importantes (**Carte 1**). En 1997 et 1998, on rapporte un total, pour ces deux années, de seulement 34 traits (61 heures) de chalut à poisson de fond ou à crevette et seulement 646 traits (240 heures) à l'aide de dragues à pétoncle ou à mactre dans la zone d'étude et, cela, exclusivement dans le secteur de l'estuaire maritime (**Carte 1**). Il n'y a pas d'utilisation de chaluts ou de dragues dans l'estuaire moyen et le fjord du Saguenay (MPO, 1999a).

Lors de l'inondation de juillet 1996, le fond du bras nord du Saguenay et, surtout, celui de la baie des Ha! Ha! a été recouvert d'une nouvelle couche de sédiments provenant des rivières Chicoutimi, aux Sables, à Mars et Ha! Ha!. La nouvelle couche a atteint 30 cm d'épaisseur dans le centre de la baie des Ha! Ha! à 150 m de profondeur (Walsh et Bourgeois, 1996). Ces sédiments ont rapidement été récolonisés par la faune benthique marine.

QuébecTel a un projet d'installation de deux câbles de fibre optique entre les deux rives de l'estuaire maritime. Le premier câble doit relier Pointe-au-Père et Baie-Comeau et le deuxième, Pointe à Santerre à Forestville (**Carte 1**). L'installation de ces câbles implique leur enfouissement dans la zone intertidale et infralittorale alors qu'en eau profonde, les câbles seront déposés sur le fond et s'enfonceront dans les sédiments fins. Le MPO a procédé à l'analyse du projet et a conclu qu'il n'entraînera pas de perte d'habitat du poisson. Le début des travaux d'installation est prévu pour 1999 (MPO, 1999b).

Dans le cadre de son programme de rétrocession des infrastructures côtières excédentaires, Transports Canada procédera à la démolition partielle, la remise en état et/ou la consolidation de certaines infrastructures. Les projets actuellement à l'étude sont le quai des Escoumins et celui de Pointe-au-Père (MPO, 1999b).

2.2.4 Altération des milieux pélagiques peu profonds

On retrouve des barrages dans plusieurs rivières tributaires de la zone d'étude, notamment les rivières Mitis, Rimouski, du Loup, Malbaie, des Petites Bergeronnes, des Escoumins, Portneuf, du Sault aux Cochons, Saint-Jean, Ha! Ha!, et à Mars (**Carte 1**).

Dans la majorité des cas, ces barrages « au fil de l'eau » n'ont pas modifié le débit annuel moyen ni les variations saisonnières du débit (Gagnon et Bergeron, 1999). De plus, plusieurs barrages ont été construits à l'emplacement d'obstacles naturels infranchissables par les poissons anadromes (Gagnon et Bergeron, 1999). Les barrages des rivières Mitis, Rimouski, Saint-Jean, à Mars et des Escoumins sont équipés d'échelles à poisson (Mousseau et Armellin, 1995; Walsh et Bourgeois, 1996).

Par contre, le projet d'Hydro-Québec de détourner 33 p. 100 du débit des rivières Portneuf et du Sault aux Cochons au profit du complexe hydroélectrique de la Betsiamites est une source de préoccupation. Les impacts de ces deux projets sont présentement à l'étude. Les principaux impacts anticipés concernent la modification des habitats de l'Éperlan arc-en-ciel dans l'embouchure de la rivière Portneuf (MPO, 1999b).

En juillet 1996, les embouchures de plusieurs tributaires de la zone d'étude ont été perturbées par une grave inondation. Les embouchures les plus touchées sont celles des rivières Ha! Ha!,

à Mars et Saint-Jean dont le cours inférieur a été complètement transformé par l'érosion. Les rivières Malbaie, des Escoumins et du Sault aux Cochons ont aussi subi des dommages attribuables à l'érosion mais ceux-ci ont été moins importants qu'au Saguenay. Les autres rivières du Saguenay et de la rive nord de l'estuaire ont pour leur part connu en juillet 1996 un coup d'eau moins dommageable, comparable à celui d'une crue printanière (Walsh et Bourgeois, 1999).

La présence d'infrastructures côtières (quais, ports, jetées) et d'infrastructures linéaires (ponts, routes, ponts-jetées) en milieu riverain constitue une forme d'altération du milieu pélagique parce qu'elles modifient les patrons de circulation locaux et peuvent réduire les échanges entre les embouchures de rivière, les baies et les eaux du large. On ne retrouve cependant pas dans la zone d'étude de milieux fortement perturbés par ce type d'aménagement comme c'est le cas pour plusieurs barachois de la Gaspésie à l'exception de la baie de Cacouna (**Carte 1**) (Pelletier *et al.*, 1990; Marquis *et al.*, 1991). Quant aux nombreux quais retrouvés le long des côtes de la zone d'étude, les altérations du milieu qu'ils occasionnent peuvent être considérées comme très localisées et ne sont pas nécessairement néfastes en termes de productivité du milieu.

3. SOURCES DE POLLUTION

Les voies d'entrée de contaminants dans la zone d'étude peuvent être regroupées en quatre grandes catégories : les eaux continentales, les eaux océaniques, les sources locales et les retombées atmosphériques sur la zone d'étude.

3.1. EAUX CONTINENTALES

Les eaux continentales correspondent aux eaux douces qui se déversent dans la zone d'étude. Ce sont par ordre d'importance, les eaux douces du fleuve Saint-Laurent qui se mélangent aux eaux salées dans la partie amont de l'estuaire moyen, les eaux de la rivière Saguenay ainsi que celles des tributaires du fjord du Saguenay et de l'estuaire.

3.1.1. Fleuve Saint-Laurent

Les eaux douces du fleuve Saint-Laurent constituent une importante source de contaminants dans la zone d'étude. Cette masse d'eau injecte dans l'estuaire du Saint-Laurent une quantité de matière en suspension estimée à plus de 6,5 millions de tonnes par année (Gagnon *et al.*, 1998). Plusieurs des substances toxiques persistantes et biocumulatives ont une forte affinité pour ces particules et sont donc introduites dans la zone d'étude surtout dans la phase particulaire (Tableau 7). Ces contaminants proviennent en grande partie des activités anthropiques localisées dans les Grands Lacs et le long des rives du fleuve mais aussi des retombées atmosphériques sur le bassin supérieur du Saint-Laurent. Les charges transportées par les eaux du fleuve à la hauteur de Québec sont maximales pour le plomb ($224\ 000\ \text{kg}\cdot\text{a}^{-1}$) et le mercure ($1\ 190\ \text{kg}\cdot\text{a}^{-1}$; Tableau 7). Les charges en hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) atteignaient $10\ 480\ \text{kg}\cdot\text{a}^{-1}$ et leur transport se fait essentiellement sous forme particulaire. Le flux annuel en benzo(α)pyrène ne compte que pour 2,5 p. 100 des seize HAP qui ont été mesurés. Les charges en DDT atteignaient $284\ \text{kg}\cdot\text{a}^{-1}$ en 1990-1992 malgré que l'utilisation de ce pesticide ait été restreinte depuis les années 1970 et est interdite depuis 1991 (Gagnon *et al.*, 1998).

Tableau 7

Flux annuels des substances toxiques persistantes et biocumulatives à la hauteur de Québec.

| Substance toxique | Année ^a | Flux annuel | | | Source |
|----------------------------------|--------------------|----------------|--------------------|--------|-----------------------------------|
| | | Phase dissoute | Phase particulière | Total | |
| Mercure (kg/a) | 1995-96 | 325 | 865 | 1 190 | Cossa <i>et al.</i> , 1998 |
| Plomb (t/a) | 1995-96 | < LD | 224 | 224 | Cossa <i>et al.</i> , 1998 |
| HAP totaux (kg/a) ^b | 1995-96 | 2 192 | 8 288 | 10 480 | Cossa <i>et al.</i> , 1998 |
| Benzo(α)pyrène (kg/a) | 1995-96 | 9 | 261 | 270 | Cossa <i>et al.</i> , 1998 |
| Σ BPC ^c (kg/a) | 1995-96 | 54,3 | 124,3 | 179 | Cossa <i>et al.</i> , 1998 |
| DDT total (kg/a) | 1990-92 | nd | nd | 284 | Proulx, 1993 |
| HCB (kg/a) | 1990-92 | nd | nd | 11 | Quémerais <i>et al.</i> , 1994 |
| Mirex (kg/a) | 1986-89 | nd | nd | 268 | Comba <i>et al.</i> , 1993 |

< LD : inférieur au seuil de détection; nd : non disponible.

a Les charges annuelles ont été estimées pour l'année hydrologique 1995-1996 sauf pour le DDT, le HCB (hexachlorobenzène) et le mirex.

b Somme de 16 HAP.

c Somme de 21 congénères.

Le flux de mirex calculé entre 1986 et 1989 est de $268 \text{ kg}\cdot\text{a}^{-1}$. Cet insecticide organochloré n'a jamais été utilisé au Canada mais a été rejeté dans les eaux du lac Ontario par des usines qui fabriquaient ce produit entre 1959 et 1972 (Lum *et al.*, 1987; Comba *et al.*, 1993).

La dieldrine est aussi présente dans la masse d'eau douce qui transite à Québec mais aucune charge n'a été calculée pour ce pesticide organochloré (Cossa *et al.*, 1998).

3.1.2. Rivière Saguenay

Les charges de la plupart des substances prioritaires dans les eaux de la rivière Saguenay à la hauteur de Saint-Fulgence ne sont pas connues. Ces contaminants proviennent principalement des effluents industriels, des eaux usées municipales ainsi que des activités agricoles le long de cette rivière et de ses tributaires (Fortin et Pelletier, 1995).

Les quantités de contaminants provenant des sources industrielles étaient jadis beaucoup plus importantes qu'elles ne le sont aujourd'hui, particulièrement dans le cas du mercure et des HAP. De 1947 à 1976, une usine de chlore et de soude caustique située à Jonquière a rejeté au moins 200 tonnes de mercure dans la rivière Saguenay dont une partie (105 t) s'est accumulée dans les sédiments de la rivière et du fjord du Saguenay (Fortin *et al.*, 1996). Environ 12 t de mercure provenant de cette usine auraient aussi été incorporées dans les sédiments de l'estuaire du Saint-Laurent. Encore aujourd'hui, on soupçonne que la remise en suspension des sédiments de la rivière Saguenay pourrait expliquer la persistance de concentrations élevées de mercure ($0,5 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) dans les sédiments de surface du fjord (Gagnon *et al.*, 1997).

Les alumineries situées le long de la rivière Saguenay ont aussi déversé jusqu'en 1976 d'importantes quantités de HAP. Depuis cette date, ces établissements ont considérablement réduit leurs émissions hydriques et atmosphériques de HAP et les programmes

d'assainissement en cours visent l'élimination virtuelle des HAP dans les eaux usées rejetées dans le Saguenay (Cossa, 1990; Fortin et Pelletier, 1995). Dans le cas de la papetière Cascades Jonquière inc., la fermeture de l'atelier de pâte Kraft et de blanchiment au chlore en 1991 a permis d'éliminer les dioxines et furanes polychlorés des effluents de cette usine (SLV 2000, 1996).

3.1.3. Autres tributaires

Il n'existe aucune donnée récente sur les charges toxiques déversées par les principales rivières qui se jettent dans la zone d'étude. Les contaminants susceptibles d'être transportés par les tributaires du fjord du Saguenay et ceux situés le long de la rive nord de l'estuaire proviennent en bonne partie des retombées atmosphériques sur leurs bassins versants. Dans le cas des tributaires situés le long de la rive sud de l'estuaire, les eaux usées industrielles et municipales de même que les activités agricoles seraient les principales sources des contaminants introduits dans ces cours d'eau (Fortin *et al.*, 1996; Gagnon *et al.*, 1998).

3.2. EAUX OCÉANIQUES

Les contaminants pénètrent aussi dans la zone d'étude en provenance du golfe par le biais des masses d'eau intermédiaire et profonde. Comme les centres urbains et les activités industrielles et agricoles sont peu développés le long des rives du golfe du Saint-Laurent, les retombées atmosphériques sur l'est du Canada et sur les eaux du golfe constituent probablement la principale source des contaminants transportés par les eaux océaniques jusque dans la zone d'étude comme c'est notamment le cas pour le mercure et le BPC (Cossa, 1995; Gilbert et Walsh, 1996). Il n'existe pas de données sur les charges ainsi introduites. Les masses d'eau du golfe qui pénètrent dans la zone d'étude ne sont pas reconnues comme une source importante de contaminants (Fortin *et al.*, 1996) sauf dans le cas de certains hydrocarbures pétroliers (Levy, 1985).

3.3. SOURCES LOCALES

Les principales sources locales de contamination de la zone d'étude sont, d'une part, des sources ponctuelles comme les eaux usées urbaines et industrielles, le trafic maritime et les activités portuaires et, d'autre part, des sources diffuses comme le ruissellement en provenance des zones urbaines et agricoles ou de sites riverains contaminés.

3.3.1. Eaux usées municipales

Les eaux usées municipales sont d'importantes sources de matière en suspension, d'éléments nutritifs (nitrates et phosphates), d'agents pathogènes (virus et bactéries), de débris de plastique et dans une moindre mesure de substances chimiques toxiques.

En décembre 1998, huit municipalités de la rive nord de l'estuaire (de Baie-Saint-Paul à Colombier) acheminaient leurs eaux usées vers cinq stations d'épuration (Carte 2). Ces stations desservaient environ 57 p. 100 de la population riveraine totale. Sur la rive sud de l'estuaire (de Saint-Roch-des-Aulnaies à Grand-Métis), 13 municipalités riveraines acheminaient leurs eaux usées vers neuf stations d'épuration (Carte 2). Dans ce cas, la proportion de la population riveraine totale dont les eaux usées étaient traitées est de l'ordre de 84 p. 100.

En décembre 1992, trois des dix municipalités riveraines du fjord du Saguenay acheminaient leurs eaux usées à une station d'épuration (**Carte 2**) (Hébert, 1995). Ces stations desservent près de 19 300 résidents soit environ 64 p. 100 de la population riveraine totale du fjord.

Dans l'ensemble, les ouvrages d'assainissement permettent de réduire d'au moins 80 p. 100 les charges en matières particulaire et organique rejetées dans la zone d'étude. Cependant, ces systèmes de traitement ne sont pour la plupart pas conçus pour éliminer totalement les substances toxiques. En l'absence de données sur la composition chimique des rejets des stations d'épuration de la zone d'étude (Bernier *et al.*, 1998), il y a lieu de croire, sur la base des données recueillies pour d'autres stations d'épuration (MEF et Environnement Canada, 1998), que ces rejets sont une source de substances toxiques persistantes, notamment de BPC, de HAP, de dioxines et de furanes.

Les débordements des réseaux d'égouts unitaires en temps de pluie sont aussi des sources importantes de contaminants (Giasson, 1996). Bien que la fréquence de débordement des ouvrages de surverse soit généralement comptabilisée pour les stations d'épuration municipales, il n'existe aucune donnée sur les charges toxiques dans les eaux de débordement des réseaux d'égout de la zone d'étude (Bernier *et al.*, 1998).

Plusieurs municipalités de la zone d'étude exploitent un réseau d'égout mais ne traitent pas encore leurs eaux usées avant leur rejet dans l'estuaire, le fjord du Saguenay ou un de leurs tributaires (**Carte 2**). D'autres acheminent leurs eaux usées à des installations septiques communautaires dont le fonctionnement n'est pas toujours adéquat. Aucun inventaire exhaustif des rejets municipaux non traités ou ceux provenant d'installations septiques communautaires déficientes n'est disponible pour les municipalités bordant la zone d'étude.

Enfin, plusieurs municipalités ne possèdent pas de réseau d'égout. Les eaux sanitaires des citoyens de ces municipalités sont acheminées vers des installations septiques individuelles dont la conformité n'est généralement pas connue.

3.3.2. Eaux usées industrielles

Il n'existe aucun inventaire exhaustif des établissements industriels qui rejettent leurs eaux de procédé directement dans les eaux de surface de l'estuaire du Saint-Laurent, du fjord du Saguenay ou de l'un des tributaires de la zone d'étude. Les industries les plus importantes qui rejettent leurs eaux de procédé dans le réseau Saint-Laurent (fleuve, estuaire et golfe) ont été identifiées dans le cadre du programme Saint-Laurent Vision 2000. Cent six établissements ont ainsi été sélectionnés afin d'y implanter un programme de réduction des rejets industriels.

Six de ces 106 établissements sont situés le long des rives de la zone d'étude (**Carte 2** et Tableau 8) : quatre dans l'estuaire moyen et les deux autres dans le fjord du Saguenay à La Baie. Aucun établissement industriel du programme SLV 2000 n'est présent le long des rives de la portion de la zone d'étude qui chevauche l'estuaire maritime.

À l'exception de la compagnie Pâte Mohawk Itée, les papetières sont présentement équipées d'un système de traitement secondaire des eaux industrielles (Tableau 8) leur permettant de respecter les normes provinciales en vigueur applicables aux papetières. L'usine Pâte Mohawk

Tableau 8
Sommaire des caractéristiques des établissements industriels ciblés par le programme SLV 2000 dont les eaux usées sont rejetées directement dans la zone d'étude ou un de ses tributaires.

| <i>Établissement</i> | <i>Produit fini</i> | <i>Localité</i> | <i>Point de rejet</i> | <i>Type de traitement des eaux de procédé</i> | <i>Substances toxiques prioritaires dans les effluents</i> |
|-------------------------------------|-------------------------------|-----------------|-----------------------|---|--|
| Estuaire (rive sud) | | | | | |
| F.F. Soucy inc. | Papier journal | Rivière-du-Loup | rivière du Loup | Secondaire | Aucune |
| Pâte Mohawk Itée | Pâte mécanique | Saint-Antonin | rivière du Loup | Aucun | Aucune |
| Estuaire (rive nord) | | | | | |
| Produits Forestiers Donohue inc. | Papier journal | Clermont | rivière Malbaie | Secondaire | Aucune |
| Câbles BICC Canada Inc. | Câbles d'acier et d'aluminium | Rivière-Malbaie | rivière Malbaie | Pas d'eau résiduaire industrielle | Aucune |
| Fjord du Saguenay | | | | | |
| SECAL, usine de Grande Baie | Aluminium | La Baie | rivière à Mars | Secondaire | Benzo(α)pyrène |
| Stone-Consolidated div. Port-Alfred | Papier journal | La Baie | Baie des Ha! Ha! | Secondaire | Aucune |

Source : SLV 2000, 1996.

Itée envisage sous peu la mise en place d'un système de traitement secondaire afin de répondre à ces normes (SLV 2000, 1996).

Pour ce qui est de l'usine SECAL à La Baie, il n'y a pas de réglementation spécifique pour les effluents de cette aluminerie. Cet établissement utilise une technologie de pointe pour le traitement des eaux résiduaires. Son effluent contient du benzo(α)pyrène en très faibles quantités ($1,8 \times 10^{-6} \text{ kg}\cdot\text{d}^{-1}$). L'établissement Câbles BICC Canada ne rejette pas d'eau résiduaire industrielle et la charge toxique de son effluent se situe parmi les plus faibles des 106 entreprises visées par SLV 2000 (SLV 2000, 1996).

3.3.3. Sites d'élimination de déchets dangereux

Sept sites terrestres contaminés ont été répertoriés au cours des années 1980 à proximité des rives de la zone d'étude (**Carte 2** et Tableau 9). Ces sites terrestres contaminés sont tous situés le long de la rive sud de l'estuaire et correspondent à des dépôts de résidus industriels et de sols contaminés. Aucun site terrestre contaminé n'a été répertorié dans la zone d'étude à proximité des rives du fjord du Saguenay et de la rive nord de l'estuaire.

Les sept sites ont été classés comme présentant un potentiel de risque faible ou moyen pour l'environnement (Gagnon *et al.* 1998). Les contaminants en cause sont des métaux lourds ou des hydrocarbures. Un seul des sept sites répertoriés est situé à moins de 200 m des rives de l'estuaire : il s'agit du lieu de dépôt des boues de tannage de Saint-Roch-des-Aulnaies (site n° 1). Dans tous les autres cas, les eaux de l'estuaire du Saint-Laurent ne sont pas directement menacées.

3.3.4. Transport maritime et activités portuaires

La zone d'étude compte d'importantes voies de navigation commerciale où transitent principalement des navires marchands et citernes de même que des remorqueurs et des navires de croisière (voir le Chapitre 3, item 3.). Dans la zone d'étude en 1997, le nombre de passages de navires a atteint 5 089 dans la voie maritime du Saint-Laurent et 518 dans le Saguenay. Les navires citernes (produits pétroliers et chimiques et gaz liquéfié) comptent pour 17 p. 100 et 7 p. 100 de la navigation commerciale respectivement dans ces deux secteurs.

La navigation commerciale représente une source de contamination du milieu aquatique lors du déversement accidentel de produits dangereux (en mer ou lors du transbordement dans les ports) ou encore lors du rejet en mer des eaux usées (les eaux de lavage ou de cale) et de débris de plastique. De plus, les peintures antisalissures appliquées sur la coque des navires commerciaux et des embarcations de plaisance sont une source de tributylétain (TBT), un des pesticides les plus toxiques pour la faune marine, notamment pour les mollusques.

Déversements accidentels. Le déversement d'hydrocarbures est le type d'accident maritime dont les répercussions sur l'environnement sont les plus néfastes étant donné la toxicité, la dispersion rapide par les courants et le vent et, enfin, la persistance des hydrocarbures en milieu aquatique.

Aucun déversement majeur (> 300 t) de produits pétroliers n'a été enregistré dans la zone d'étude depuis 1974 (Tableau 10). Dans l'estuaire du Saint-Laurent, les déversements les plus

Tableau 9

Description sommaire des sites riverains d'élimination de déchets dangereux dans la zone d'étude.

| <i>Localisation</i> | <i>Numéro sur la carte 2</i> | <i>Description des sites</i> | <i>Contaminants en cause</i> | <i>Cours d'eau potentiellement touché</i> |
|------------------------------|----------------------------------|--|------------------------------------|---|
| Estuaire (rive sud) | | | | |
| Saint-Roch-des-Aulnaies | 1 | Lieu de dépôt de boues de tannage | Chrome | Estuaire moyen |
| Saint-Philippe-de-Néri | 2 | Lieu d'enfouissement sanitaire de St-Philippe-de-Néri | Chrome | Tributaire de la rivière aux Perles |
| Saint-Pascal | 3 | Lieu de dépôt de résidus de tannerie | Chrome et sulfure | Tributaire de la rivière Goudron |
| Saint-Pascal | 4 | Réservoir de sédimentation des boues de tannerie | Chrome | Rivière aux Perles |
| Saint-Antonin | 5 | Site de dépôt des cendres de la papetière | Métaux lourds; fer et manganèse | Aucun |
| Saint-Georges-de- Cacouna | 6 | Enfouissement sanitaire régional de Rivière-du-Loup | Métaux lourds | Rivière aux Vases |
| Mont-Joli | 7 | Arrière-cour, Fonderie Norcast | Métaux lourds et phénols | Tributaire de la rivière Mitis |
| Estuaire (rive nord) | | | | |
| Aucun | - | - | - | - |
| Fjord du Saguenay | | | | |
| Aucun | - | - | - | - |

Sources : Fortin et Pelletier, 1995; Fortin *et al.*, 1996; Gagnon *et al.*, 1998.

Tableau 10

Description sommaire des déversements de produits chimiques liés à la navigation commerciale et aux installations portuaires dans la portion amont de la zone d'étude (de Baie-Saint-Paul aux Escoumins incluant le Saguenay).

| <i>Secteur</i> | <i>Période</i> | <i>Lieu des déversements</i> | <i>Nombre de déversements</i> | <i>Type de produits</i> | <i>Quantité déversée (t)</i> | <i>Source</i> |
|---|---------------------------|------------------------------|-------------------------------|---|------------------------------|----------------|
| Saguenay | 1974-1989 | Port de Chicoutimi | 1 | Produits pétroliers | 280 | Dessau, 1991 |
| | | Valin | 1 | Fuel n° 4, 5 | 0,13 | |
| | | Saint-Fulgence | 1 | Essence | 11,6 | |
| | | Port-Alfred (La Baie) | 10 | Produits pétroliers et silicate d'aluminium | 0,1 - 30 | |
| | 1992-1998 (non exhaustif) | Port-Alfred (La Baie) | 3 | Mazout | 0,2 - 20 | Bouchard, 1999 |
| Estuaire (de Baie-Saint-Paul aux Escoumins) | 1974-1989 | Gros-Cacouna | 5 | Produits pétroliers | 0,01 à 3,8 | Dessau, 1991 |
| | | Île Rouge | 1 | Diesel | 15 | |
| | | Au large des Escoumins | 1 | Diesel | 51,5 | |
| | | Anse aux Basques | 1 | Diesel | 2,8 | |

importants (entre 200 et 300 t de produits déversés) ont eu lieu près des limites amont et aval de la zone d'étude mais les rives de la zone d'étude n'ont pas été touchées par les produits pétroliers déversés. Ces déversements sont celui du pétrolier *Czantoria* survenu à Saint-Romuald en mai 1988 (320 t) ainsi que l'échouage de la barge *Pointe Lévy* à Matane en décembre 1985 (de 200 à 300 t) (Fortin *et al.*, 1996; Gagnon *et al.*, 1998).

Dans le Saguenay, au moins 16 déversements de produits chimiques ont eu lieu depuis 1974 (Tableau 10). Le plus important a eu lieu en 1974 aux installations portuaires de Chicoutimi (quai Albert-Maltais) avec la perte de 280 t de carburant. Plus récemment, un déversement de pétrole dont la quantité n'est pas connue avec précision (pouvant aller jusqu'à 20 tonnes) a eu lieu en février 1998 aux installations portuaires de La Baie (Port-Alfred) dans la baie des Ha! Ha! (Bouchard, 1999).

Dans l'estuaire, entre Baie-Saint-Paul et Les Escoumins, huit déversements de produits chimiques ont été enregistrés entre 1974 et 1989 (Tableau 10). Les produits en cause sont les produits pétroliers et les quantités déversées sont généralement très faibles.

Pour la période 1974 à 1989, les déversements de produits chimiques et pétroliers ont surtout eu lieu lors des opérations de transbordement aux installations portuaires (Tableau 11). La fréquence de tels événements, calculée sur la base du nombre de navires ayant fréquenté les ports de La Baie (Port-Alfred) et de Gros-Cacouna, est de 0,3 p. 100.

Tableau 11

Fréquence (%) des déversements de produits chimiques et pétroliers liés à la navigation commerciale et aux opérations de transbordement dans les ports du Saguenay et de l'estuaire (de Baie-Saint-Paul aux Escoumins). Données de 1974 à 1989.

| Secteur | Navigation commerciale (en mer) | Transbordement dans les ports |
|-----------------------------------|--|--|
| Saguenay | | |
| Nombre de déversements | 2 | 6 ^a |
| Nombre total de voyages de navire | 15 695 | 2 992 |
| Fréquence (%) | 0,01 | 0,2 |
| Estuaire | | |
| Nombre de déversements | 2 | 4 ^b |
| Nombre total de voyages de navire | 140 004 | 413 |
| Fréquence (%) | 0,001 | 0,97 |

Source : Dessau, 1991.

a Nombre de déversements au quai de Port-Alfred entre 1974 et 1989.

b Nombre de déversements au port de Gros-Cacouna entre 1980 et 1989.

Rejet des eaux de cale, de lavage ou sanitaires. Il n'existe aucune donnée sur les quantités d'eaux de cale, de lavage ou sanitaires rejetées dans la zone d'étude par les navires commerciaux. Les petites embarcations génèrent aussi des eaux usées et des eaux de cale qui ne sont pas nécessairement vidangées dans des lieux d'élimination appropriés puisque peu de marinas ou ports de plaisance offrent un service de vidange des fosses septiques ou de pompage de cale. Il semble que la plupart des propriétaires d'embarcations de plaisance rejettent leurs eaux usées directement dans les eaux de l'estuaire ou du Saguenay.

Peintures antisalissures. Depuis 1988 au Canada, l'utilisation de peintures antisalissures à base de TBT n'est permise que sur la coque des navires de plus de 25 m à l'exception des embarcations en aluminium. Les ports commerciaux et les ports de plaisance sont les sites les plus exposés à une contamination par le TBT. Il n'existe aucune donnée sur l'utilisation des peintures à base de TBT sur les navires commerciaux et les embarcations de plaisance qui transitent dans la zone d'étude ou qui sont basés dans les ports de la zone d'étude.

3.4. RETOMBÉES ATMOSPHÉRIQUES

Les contaminants peuvent aussi parvenir à la zone d'étude par le biais de retombées atmosphériques directes. Il s'agit alors du dépôt de contaminants qui ont été introduits dans l'atmosphère directement dans la zone d'étude ou hors de celle-ci. De nombreux contaminants libérés dans l'atmosphère des grands centres urbains de l'Amérique du Nord sont transportés par les systèmes atmosphériques jusque dans la zone d'étude où ils s'y déposent.

Plusieurs substances toxiques persistantes et biocumulatives comme le mercure, le plomb, les BPC, les HAP, les dioxines et les furanes parviennent à la zone d'étude sous forme de dépôts secs ou humides après avoir été transportées dans l'atmosphère sur de longues distances. Les charges ainsi introduites directement dans la zone d'étude ne sont pas connues mais des estimations ont été faites pour l'estuaire maritime ou le golfe du Saint-Laurent pour certains de ces contaminants. On estime que 35 p. 100 de la quantité totale de dioxines et de furanes polychlorés accumulés dans les sédiments de la portion estuarienne de la fosse Laurentienne provient de la déposition atmosphérique directe sur les eaux de l'estuaire maritime (Lebeuf *et al.*, 1996). Dans le cas des BPC, les retombées atmosphériques directes ont été estimées à $232 \text{ kg}\cdot\text{a}^{-1}$ sur les eaux de l'ensemble de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent (Gilbert et Walsh, 1996).

L'importance relative du transport atmosphérique dans l'apport de contaminants chimiques à la zone d'étude est de plus en plus grande en raison du contrôle et de la réglementation des rejets en provenance des sources anthropiques ponctuelles comme les effluents urbains et industriels.

4. IMPACT DE LA POLLUTION SUR LE MILIEU MARIN

4.1. QUALITÉ DE L'EAU

Les sources de pollution peuvent affecter la qualité de l'eau de trois façons différentes :

- une eutrophisation associée aux rejets de matières organiques et d'éléments nutritifs;
- une contamination bactériologique liée aux apports en micro-organismes pathogènes;
- une contamination chimique résultant des rejets de substances chimiques toxiques.

La présente section dresse un portrait sommaire de la qualité de l'eau de la zone d'étude en fonction de ces trois types d'altération.

4.1.1. Eutrophisation

L'eutrophisation des milieux côtiers provient de l'introduction de charges importantes de matières organiques et d'éléments nutritifs dans ces milieux en provenance, notamment, des eaux usées des municipalités et des papetières. Un des principaux impacts de l'eutrophisation est la réduction de la teneur en oxygène dissous dans l'eau jusqu'à des niveaux qui peuvent être impropres à la vie aquatique. De telles situations sont retrouvées de façon chronique sur les côtes des États-Unis. Pour ce qui est de la zone d'étude, il semble que l'intensité de la circulation de l'eau et la densité relativement faible de la population riveraine permet une dilution importante des charges introduites en milieu marin. Aucun problème d'eutrophisation n'a été documenté jusqu'à ce jour mais il n'est pas impossible que le problème existe dans certaines zones restreintes jamais échantillonnées.

4.1.2. Contamination bactériologique

Le rejet d'eaux usées non ou partiellement traitées et la pollution agricole sont les deux principales sources de micro-organismes pathogènes dans la zone d'étude. Ces organismes pathogènes ne sont généralement pas très persistants dans la zone d'étude en raison de l'action bactéricide de l'eau de mer. Leur abondance en milieu côtier peut toutefois entraîner des dépassements des normes de salubrité des eaux des secteurs coquilliers. Dans de telles circonstances, les autorités fédérales recommandent la fermeture des zones de cueillette compte tenu des risques pour la santé humaine que représente la consommation des mollusques filtreurs qui y sont récoltés. À chaque année, de nombreux secteurs coquilliers sont fermés à la cueillette en raison d'une mauvaise qualité bactériologique de l'eau (voir le Chapitre 8, section 3).

Compte tenu que les municipalités riveraines ne puisent pas leur eau de consommation dans la zone d'étude et que la baignade n'y est pas une activité très populaire, la présence d'agents pathogènes en milieu côtier n'affecte essentiellement que la cueillette de mollusques littoraux (notamment la Mye commune et la Moule bleue).

4.1.3. Contamination par les substances chimiques toxiques

Les substances toxiques introduites dans la zone d'étude sont considérablement diluées par les eaux marines peu contaminées. Les concentrations aqueuses de la plupart des substances persistantes et biocumulatives (BPC, DDT, mirex, etc.) sont de façon générale très faibles et inférieures aux critères de qualité les plus sévères établis pour la protection de la vie aquatique (Fortin et Pelletier, 1995; Fortin *et al.*, 1996; Gagnon *et al.*, 1998).

La plupart des données sur la teneur de ces contaminants dans l'eau de la zone d'étude ont été recueillies au cours des années 1970 lorsque les apports en provenance du bassin de drainage du Saint-Laurent étaient les plus élevés. Pour cette raison, et compte tenu du court temps de séjour des eaux de surface dans la zone d'étude, ces données ne permettent pas de dresser un portrait valable de la contamination actuelle des eaux de surface par les substances toxiques.

4.2. QUALITÉ DES SÉDIMENTS

4.2.1. Contamination organique

Les eaux usées municipales et industrielles de même que les activités agricoles sont les principales sources de matière organique rejetée dans la zone d'étude. Il n'existe aucune donnée permettant d'évaluer l'impact de ces rejets riches en matière organique sur la qualité des sédiments côtiers de la zone d'étude. Ces matières organiques entraînent généralement une augmentation de la demande biochimique en oxygène et la formation d'une couche anoxique dans les sédiments. Les données disponibles pour la zone d'étude sont insuffisantes pour identifier les secteurs riverains où l'apport de matière organique a entraîné une détérioration de la qualité des sédiments.

4.2.2. Contamination par les substances toxiques

Le chenal Laurentien et le fjord du Saguenay sont les deux principales zones de sédimentation permanente de la zone d'étude où peuvent aboutir plusieurs contaminants ayant une forte affinité pour le matériel particulaire. Les zones portuaires représentent aussi des zones de déposition de sédiments contaminés tant et aussi longtemps que les matériaux qui s'y accumulent ne sont pas dragués.

La qualité des sédiments dans ces zones est généralement évaluée à l'aide de critères de qualité développés principalement pour la gestion des déblais de dragage en eau douce et qui ont été établis pour les substances les plus préoccupantes. Il s'agit du seuil sans effet (SSE), du seuil d'effets mineurs (SEM) et du seuil d'effets néfastes (SEN) (CSL et MENVIQ, 1992). Les valeurs seuil retenues pour les substances toxiques persistantes et biocumulatives sont présentées au Tableau 12. Aucun critère n'a été établi pour les dioxines, les furanes, le toxaphène et le tributylétain.

Le SSE correspond à la teneur géochimique naturelle ou de base des sédiments dans l'ensemble du fleuve Saint-Laurent qui n'a pas d'effets néfastes sur la faune benthique. On considère que le milieu est non contaminé lorsque les concentrations ne dépassent pas ce seuil. Le SEM correspond à la teneur d'un polluant à partir de laquelle il est possible d'observer les premiers effets de la pollution sur la faune benthique mais qui est tolérée par la majorité des organismes benthiques. À ce niveau, on estime que la pollution pourrait avoir un effet nuisible sur 15 p. 100 des espèces benthiques. Le SEN correspond à la teneur d'un polluant qui a des effets nuisibles sur la majorité des organismes benthiques. À ce niveau, des effets toxiques significatifs sur 90 p. 100 des espèces benthiques sont appréhendés.

Ces critères intérimaires de qualité des sédiments présentent les lacunes suivantes :

- ils ont été établis à partir de la tolérance de la faune benthique d'eau douce et ne sont pas nécessairement applicables au milieu marin;
- ils ne tiennent pas compte ni de la biodisponibilité des contaminants ni de la spéciation chimique des métaux d'où la nécessité de faire appel à d'autres types d'analyses (par exemple les essais biologiques) pour évaluer l'impact potentiel des contaminants sur les organismes aquatiques;
- ils ne tiennent pas compte de la bioaccumulation des contaminants dans la chaîne alimentaire.

Tableau 12

Critères intérimaires retenus pour l'évaluation de la qualité des sédiments du Saint-Laurent.

| Paramètres | Teneurs ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ou $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ pour 1 % COT ^a) | | |
|---------------------------------|--|----------------|----------------|
| | Niveau 1 ^b (SSE) | Niveau 2 (SEM) | Niveau 3 (SEN) |
| Mercure total | 0,05 | 0,2 | 1 |
| Plomb total | 23 | 42 | 170 |
| BPC (totaux) | 0,02 | 0,2 | 1 |
| Aroclor - 1016 | - | 0,01 | 0,4 |
| Aroclor - 1248 | - | 0,05 | 0,6 |
| Aroclor - 1254 | - | 0,06 | 0,3 |
| Aroclor - 1260 | - | 0,005 | 0,2 |
| DDD et <i>p,p'</i> -DDD | 0,002 | 0,01 | 0,06 |
| <i>p,p'</i> -DDE | 0,002 | 0,007 | 0,05 |
| DDT | 0,006 | 0,009 | 0,05 |
| Dieldrine | 0,0001-0,0008 | 0,002 | 0,3 |
| HCB | 0,001 | 0,03 | 0,1 |
| Mirex | 0,0001 | 0,011 | 0,8 |
| HAP (haut poids moléculaire) | 1 | - | - |
| Benzo(α)anthracène | 0,05-0,1 | 0,4 | 0,5 |
| Benzo(α)pyrène | 0,01-0,1 | 0,5 | 0,7 |
| Benzofluoranthène | 0,3 | - | - |
| Benzo(<i>ghi</i>)pérylène | 0,1 | - | - |
| Chrysène | 0,1 | 0,6 | 0,8 |
| Dibenzo(<i>a,h</i>)anthracène | 0,005 | - | - |
| Fluoranthène | 0,02-0,2 | 0,6 | 2 |
| Indéno(1,2,3 <i>cd</i>)pyrène | 0,07 | - | - |
| Pyrène | 0,02-0,1 | 0,7 | 1 |
| HAP (bas poids moléculaire) | 0,1 | - | - |
| Acénaphène | 0,01 | - | - |
| Acénaphthylène | 0,01 | - | - |
| Anthracène | 0,02 | - | - |
| Fluorène | 0,01 | - | - |
| Méthyl-2 naphthalène | 0,02 | - | - |
| Naphtalène | 0,02 | 0,4 | 0,6 |
| Phénanthrène | 0,03-0,07 | 0,4 | 0,8 |

Source : CSL et MENVIQ, 1992.

- a Tous les paramètres sont exprimés en microgrammes par gramme ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$) de sédiments secs à l'exception des paramètres organiques non polaires de niveau 3 qui sont exprimés en microgrammes par gramme de sédiments secs pour 1 p. 100 (1 %) de carbone organique total (COT). **Pour établir le critère de qualité d'un paramètre organique non polaire de niveau 3 (en caractère gras) dans une situation donnée, il faut multiplier le critère de ce tableau par le pourcentage de COT de l'échantillon à évaluer jusqu'à un maximum de 10 p. 100 de COT.** (Ex : le SEN relatif aux BPC totaux dans un échantillon contenant 2 p. 100 (2 %) de COT sera établi à $1 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1} \times 2 = 2 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$). Les valeurs inférieures à 10 ont été arrondies à un chiffre significatif, tandis que les valeurs supérieures à 10 ont été arrondies à deux chiffres significatifs.
- b Lorsque la limite inférieure du domaine d'application d'une méthode d'analyse est supérieure au critère de niveau 1, cette limite doit être utilisée jusqu'à ce que des développements méthodologiques l'abaissent au niveau du critère retenu.

L'utilisation de ces seuls critères intérimaires pour évaluer la qualité des sédiments et leurs effets biologiques n'est pas recommandée. Cette mise en garde s'applique aussi à d'autres valeurs de référence utilisées pour la gestion des sédiments de dragage notamment les recommandations provisoires sur la qualité des sédiments établies par le Conseil canadien des ministres de l'environnement (CCME, 1999) et les critères de dépistage que développe actuellement Environnement Canada dans le cadre du Programme d'immersion en mer (Environnement Canada, 1995). Tous ces critères doivent être utilisés conjointement avec un ensemble de données complémentaires comme par exemple les concentrations de fond dans les sédiments de substances existant à l'état naturel, les résultats d'évaluations biologiques ainsi que les recommandations pour la qualité de l'environnement établies pour d'autres milieux (l'eau, les tissus et le sol).

4.2.2.1. Chenal Laurentien

La fosse Laurentienne est une vaste zone d'accumulation permanente de sédiments fins. Les carottes de sédiments prélevées à la tête de ce chenal permettent de dresser un portrait de la chronologie des apports de même que le niveau actuel de contamination par les substances toxiques. Les substances toxiques persistantes et biocumulatives qui ont été analysées dans les sédiments de la partie estuarienne du chenal sont le mercure, le plomb, les BPC, les dioxines et furanes polychlorés, le DDT, le mirex ainsi que les HAP.

Mercure. Les concentrations maximales de mercure mesurées durant les années 1960 à la tête du chenal Laurentien ($0,95 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$) étaient trente fois plus élevées que les teneurs pré-industrielles ($0,03 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$) (Tableau 13). Le niveau de contamination des sédiments superficiels mesuré en 1985-1987 ($0,13 - 0,18 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$) se situait sous le SEM fixé à $0,20 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ et représente une nette amélioration par rapport à ce qui prévalait au début des années 1960. La quantité de mercure d'origine anthropique accumulée depuis le début de l'industrialisation dans la portion du chenal Laurentien située dans l'estuaire maritime a été estimée à $170 \pm 85 \text{ t}$ (Gobeil et Cossa, 1993).

Tableau 13
Grandes tendances historiques dans la contamination du chenal Laurentien.

| Métaux lourds | Bruit de fond ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$) | | Tendances temporelles | | Niveau de contamination |
|---------------|---|--|------------------------|------------------------|-------------------------|
| | Seuil sans effet (SSE) | Teneurs pré-industrielles (avant 1920) | Années 1960 | 1985-1987 | |
| Mercure | 0,05 | 0,03 | 0,10-0,95 ^a | 0,13-0,18 ^b | > SEM |
| Plomb | 23 | 16,0 ^c | 20-46 ^d | 30-44 ^c | > SEM |

Sources : ^aLoring, 1975; ^bGobeil et Cossa, 1993; ^cGobeil *et al.*, 1995; ^dLoring, 1978.

Plomb. Dans la zone d'étude, les concentrations de plomb dans les sédiments de la fosse Laurentienne ont atteint des valeurs maximales de 45 à 57 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ durant les années 1970. Elles ont diminué légèrement par la suite pour atteindre 30 à 44 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ en 1985-1987 (Gobeil, 1991; Gobeil *et al.*, 1995) soit un niveau de contamination entre le SSE (23 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$) et le SEM (42 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$). La diminution des teneurs entre 1970 et le milieu des années 1980 a été attribuée à l'élimination progressive des alkyles de plomb dans l'essence depuis les années 1970 (Fortin *et al.*, 1996). La quantité de plomb anthropique accumulé dans la portion du chenal Laurentien (profondeur > 200 m) située dans la zone d'étude a été estimée à 13 000 t. Une partie importante de ce plomb provient des retombées atmosphériques dans l'ensemble du bassin de drainage de l'estuaire et du golfe (Gobeil *et al.*, 1995).

Biphényles polychlorés (BPC). Des quantités importantes de BPC ont été introduites dans l'environnement depuis les années 1920. Ce n'est que depuis 1970 que l'on a réduit la production des BPC et contrôlé l'utilisation de ces substances toxiques (Cossa, 1990). L'analyse des carottes de sédiments recueillies à la tête du chenal Laurentien montre que les variations temporelles de la concentration des BPC diffèrent selon leur poids moléculaire (i.e. le nombre d'atomes de chlore) (Gobeil et Lebeuf, 1992). La réduction des concentrations depuis 1970 n'a été observée que pour les congénères les plus lourds comportant plus de 7 chlores. Les teneurs des congénères les plus légers ont augmenté dans le chenal alors que celles des congénères de poids intermédiaire (4 à 6 chlores) sont demeurées stables depuis 1970.

Les teneurs moyennes en BPC totaux dans les sédiments de surface étaient de 0,038-0,045 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ en 1992 dans la portion du chenal située dans la zone d'étude. Ces teneurs sont légèrement supérieures au seuil sans effet (0,02 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$). Les congénères de BPC les plus toxiques (77, 126 et 169) ont atteint des teneurs maximales au cours des années 1980 et les apports ont diminué depuis (Lebeuf *et al.*, 1995b). Les retombées atmosphériques ont été identifiées comme la principale source de ces congénères toxiques pour l'estuaire maritime.

Le taux d'accumulation moyen des BPC totaux dans la portion du chenal située dans la zone d'étude a été estimée à près de 340 $\text{kg}\cdot\text{a}^{-1}$ entre 1982 et 1991 (Gobeil et Lebeuf, 1992). L'inventaire des BPC totaux dans les sédiments superficiels (couche supérieure de 5 cm) aux profondeurs supérieures à 200 m dans l'estuaire maritime se chiffre à 18,5 t (Gilbert et Walsh, 1996).

Dioxines et furanes polychlorés. Les dioxines et furanes polychlorés (PCDD/F) ont été retrouvées en très faibles concentrations dans les sédiments de la baie des Mille-Vaches et de la portion estuarienne de la fosse Laurentienne (Brochu *et al.*, 1995; Lebeuf *et al.*, 1995a). À ce dernier site, les profils verticaux des concentrations de PCDD/F dans les carottes suggèrent que la présence de ces composés remonterait au milieu des années 1940. Les niveaux ont par la suite augmenté jusqu'à des valeurs maximales qui coïncident avec le milieu des années 1970. Depuis, on observe une diminution des concentrations de PCDD/F dans les sédiments de surface du chenal.

La quantité totale de PCDD/F accumulée dans la portion estuarienne du chenal Laurentien est estimée à 547 kg dont 35 p. 100 (189 kg) proviendrait des dépôts atmosphériques directs sur l'estuaire maritime (Lebeuf *et al.*, 1996). La quantité restante (358 kg) aurait été introduite dans le chenal Laurentien par les masses d'eau douce du Saint-Laurent.

DDT. Seuls les produits de dégradation du DDT, le *p,p'*-DDD et le *p,p'*-DDE, ont été retrouvés dans une carotte de sédiments prélevée dans le chenal Laurentien en face de Rimouski (Cossa, 1990). Les concentrations maximales observées pourraient correspondre à la période d'arrosage intensif des forêts du Québec avec le DDT au cours des années 1950 et 1960. Les concentrations sont à la baisse depuis cette période puisque cet insecticide est interdit depuis 1972 au Canada et dans plusieurs pays industrialisés (Fortin *et al.*, 1996).

Les concentrations de *p,p'*-DDD et de *p,p'*-DDE mesurées en 1985 dans la couche superficielle des sédiments étaient de $0,0005 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ soit des valeurs nettement en deçà du SSE ($0,002 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$).

Mirex. L'évolution temporelle des teneurs en mirex dans les sédiments de la fosse Laurentienne correspond bien à la chronologie des apports de cette substance au Lac Ontario (Fortin *et al.*, 1996). Comba *et al.* (1993) ont estimé à 184 kg la quantité totale de mirex qui aurait sédimenté dans la portion estuarienne du chenal Laurentien. La teneur maximale mesurée par Comba *et al.* (1993) dans les sédiments de la fosse Laurentienne atteint $0,0007 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$, une valeur supérieure au SSE mais bien en deçà du seuil d'effets mineurs ($\text{SEM} = 0,011 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$).

Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP). La teneur des HAP produits par combustion mesurée en 1985 dans une carotte de sédiments de la portion estuarienne du chenal Laurentien était inférieure à $1,0 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ (somme de 10 composés) sur l'ensemble de la carotte analysée (Gearing *et al.*, 1991). Le profil obtenu pour le benzo(α)pyrène est similaire avec des concentrations ne dépassant pas $0,09 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$, ce qui est du même ordre de grandeur que le SSE ($0,01$ - $0,1 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$).

Autres pesticides chlorés et tributylétain. Les concentrations des autres substances toxiques persistantes et biocumulatives (la dieldrine, l'hexachlorobenzène, le toxaphène et tributylétain) dans les sédiments de la fosse Laurentienne ne sont pas connues.

4.2.2.2. Fjord du Saguenay

Le mercure et les HAP sont les deux principales substances toxiques qui ont contaminé de façon importante les sédiments du fjord du Saguenay (Shafer *et al.*, 1990). L'analyse sommaire de la qualité des sédiments se limitera à ces deux substances dont la présence a été très bien documentée dans le fjord (Hodson *et al.*, 1994; MPO, 1996, 1997).

Mercure. Les concentrations maximales de mercure dans les sédiments du fjord ont atteint 10 - $12 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ au cours de la période 1960-1970 suite aux rejets de l'usine de chlore et de soude caustique de Jonquière (voir l'item 3.1.2). Ces teneurs étaient jusqu'à 200 fois supérieures au niveau pré-industriel estimé à $0,05 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ (MPO, 1996) et jusqu'à dix fois supérieures au SEN fixé à $1 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$. Les concentrations ont diminué depuis 1972 pour atteindre en moyenne $0,5 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ dans les sédiments de surface en 1991-1992 (Gagnon *et al.*, 1997) soit des concentrations vingt fois inférieures aux niveaux maximums mesurés dans les sédiments plus profonds déposés au cours des années 1960. Ces concentrations sont inférieures au SEN mais elles dépassent le SEM fixé à $0,2 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ pour cette substance.

La crue exceptionnelle qui est survenue au Saguenay en juillet 1996 a eu comme résultat d'augmenter significativement l'épaisseur de la couche de sédiments peu contaminés qui recouvre les sédiments fortement contaminés par le mercure (< SEN) dans la baie des Ha! Ha!. Le mercure dans les sédiments contaminés ainsi recouverts pourrait devenir moins disponible pour les organismes de la chaîne alimentaire (Walsh et Bourgeois, 1996).

Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP). Les concentrations de HAP totaux (somme de 21 composés) dans les sédiments de surface en 1983 étaient maximales à la hauteur de Saint-Fulgence ($4,0-4,5 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$, poids sec) et diminuaient progressivement vers l'aval pour atteindre les teneurs pré-industrielles de $0,5 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ à la hauteur de la baie Sainte-Marguerite (Martel *et al.*, 1986). Dans le cas particulier du benzo(α)pyrène, les concentrations mesurées dans le bras nord du fjord avant les inondations de 1996 étaient de $0,09 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ (MPO, 1997). Ces concentrations sont près de 18 fois inférieures à celles mesurées dans les sédiments plus profonds datant des années 1970 et correspondent au seuil sans effet (SSE) établi pour cette substance. Tout comme il a été décrit pour le mercure, les niveaux de benzo(α)pyrène (et de HAP totaux) dans les zones affectées par les inondations de 1996 pourraient être plus faibles compte tenu de l'apport considérable de sédiments propres (MPO, 1997).

4.2.2.3. Zones portuaires

Dans bien des cas, les zones portuaires ne constituent que des sites de déposition temporaire de substances toxiques puisque les sédiments qui s'y déposent sont éventuellement retirés à des fréquences variables pour y maintenir une profondeur d'eau constante. Les données sur la qualité des sédiments dans ces ports proviennent généralement d'études préalables à des opérations de dragage d'entretien réalisées pour identifier les impacts potentiellement néfastes du dragage sur le milieu aquatique. Les substances toxiques le plus souvent analysées lors de ces caractérisations sont les métaux lourds, les BPC et les HAP. Les pesticides organochlorés comme le mirex, la dieldrine et l'hexachlorobenzène n'ont été que rarement mesurés lors de ces études parce que ces substances n'atteignent jamais des concentrations élevées (> SEM) dans les sédiments de surface de la zone d'étude (Gagnon et Bergeron, 1997).

Les zones portuaires de la zone d'étude pour lesquelles il existe des données récentes sur la qualité des sédiments sont présentées au Tableau 14. De façon générale, les bassins portuaires sont relativement peu affectés par la contamination chimique. Les ports où la concentration de l'une ou l'autre des substances toxiques a déjà dépassé le SEN sont Rivière-du-Loup (mercure), Baie-Sainte-Catherine (HAP) et Forestville (HAP). Les sources de contamination ne sont pas connues à ces sites à l'exception du port de Forestville où le transbordement de marchandises et le bois créosoté formant la structure du quai ont été identifiés comme les sources locales potentielles de HAP. Ces sédiments contaminés ont été retirés de cette zone portuaire en 1996.

Les sédiments contaminés retrouvés à Baie-Sainte-Catherine et à Rivière-du-Loup sont particulièrement préoccupants puisque ces ports sont situés à l'intérieur de l'aire de répartition estivale du béluga (Gagnon et Bergeron, 1997). À Baie-Sainte-Catherine, la concentration en benzo(α)pyrène atteignait $10,0 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ en 1991 alors qu'à Rivière-du-Loup, le mercure atteignait $1,1 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ en 1997. Dans ce dernier cas, la présence du mercure serait attribuable à un déversement accidentel ponctuel (MPO, 1999b).

Tableau 14
Contamination des zones portuaires de la zone d'étude de 1987 à 1995.

| <i>Zone portuaire</i> | <i>Année</i> | <i>Teneurs > SEM</i> | <i>Teneurs > SEN</i> |
|--|--------------|----------------------------|-------------------------|
| Estuaire du Saint-Laurent | | | |
| Notre-Dame-du-Portage (quai) | 1992 | Cr, Cu, HAP (phénanthrène) | BPC (Aroclor) |
| Rivière-du-Loup (quai) | 1992 | As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni | Aucune |
| | 1995 | As, Cd, Cr, Cu, Ni | Hg |
| | 1997 | As, Cr, Cu, Ni, Pb | Hg |
| Gros-Cacouna (port) | 1992 | As, Cr, Cu, BPC (Aroclor) | Aucune |
| Trois-Pistoles (quai du traversier) | 1992 | Ni | Aucune |
| | 1995 | As, Cu | Aucune |
| Le Bic (embouchure de la rivière) | 1993 | Aucune | Aucune |
| Rimouski-Est (port) | 1991 | Cu, Cr | Aucune |
| | 1992 | Aucune | Aucune |
| Saint-Joseph-de-la-Rive (quai du traversier) | 1991 | Cd | Aucune |
| Baie-Sainte-Catherine (quai) | 1991 | Cd, Cr, Cu, Ni | HAP (9 composés) |
| Grandes-Bergeronnes (quai) | 1987 | Aucune | Aucune |
| Sainte-Anne-de-Portneuf (quai) | 1991 | Cu | Aucune |
| Forestville (port) ¹ | 1990-1994 | Cr, Cd, HAP | HAP |

Sources : Fortin *et al.*, 1996; Gagnon et Bergeron, 1997; Gagnon *et al.*, 1998.

1 Site décontaminé en 1996.

La présence de tributylétain dans les sédiments de deux zones portuaires de la zone d'étude (Gros-Cacouna et Rimouski-Est) et à un site témoin (parc du Bic) a été étudiée en 1995. La concentration de cette substance dans les deux ports était plus élevée qu'au site témoin mais était tout de même peu élevée (à l'exception d'une station où des copeaux de peinture antisalissure ont été retrouvés sur le fond) lorsque comparée à la situation observée dans le havre de Les Méchins où on retrouve une cale sèche (Saint-Louis *et al.*, 1997).

4.2.3. Déchets solides

Les débris de plastique accumulés le long des rives de la zone d'étude contribuent à la dégradation esthétique du paysage et représentent une menace potentielle pour la faune. Ces débris de plastique représentaient en 1992 les trois-quarts du volume total des débris solides recueillis le long des rives nord et sud de la zone d'étude (Tableau 15). À l'exception du site de Tadoussac qui aurait été l'objet d'une campagne de nettoyage (Roche, 1993), les densités de débris de plastique répertoriés à six localités de la zone d'étude variaient entre 6 et 44 kg•km⁻¹. Ces densités sont faibles par rapport à ce qui a été recueilli le long de la côte est de l'Atlantique (entre 45 et 1 090 kg•km⁻¹; Roche, 1993).

Tableau 15

Poids (kg), volume (m³), importance relative (en pourcentage du poids et du volume total) et densité (kg·km⁻¹ de rive) des débris de plastique recueillis en 1992 dans la zone d'étude.

| <i>Station</i> | <i>Poids (kg) et (importance relative, %)</i> | <i>Volume (m³) et (importance relative, %)</i> | <i>Densité (kg·km⁻¹ de rive)</i> |
|-------------------------|---|---|---|
| Rive Sud | | | |
| Pointe aux Orignaux | 9,3 (62) | 0,71 (95) | 33 |
| L'Anse-au-Persil | 4,4 (78) | 0,51 (85) | 22 |
| Trois-Pistoles | 2,0 (41) | 0,20 (67) | 7 |
| Rive Nord | | | |
| Saint-Joseph-de-la-Rive | 11,8 (90) | 0,57 (95) | 44 |
| Cap-à-l'Aigle | 1,7 (29) | 0,11 (73) | 6 |
| Tadoussac | 0,4 (18) | 0,06 (40) | 1 |
| Les Escoumins | 2,6 (36) | 0,2 (67) | 9 |

Source : adapté de Roche Ltée, 1993.

4.3. CONTAMINATION DE LA CHAÎNE ALIMENTAIRE

4.3.1. Bioconcentration et bioamplification des substances toxiques

La bioconcentration désigne le processus par lequel les organismes vivants accumulent dans leurs tissus certaines substances chimiques à partir de l'eau, des sédiments et des aliments qu'ils consomment. Il en résulte que la concentration des substances chimiques bioaccumulables dans les organismes aquatiques est généralement beaucoup plus élevée qu'elle ne l'est dans l'eau ou les sédiments où ils vivent.

Les onze substances prioritaires ainsi que le tributylétain (Annexe 1) ont tous la propriété d'être bioconcentrés par certains organismes aquatiques. L'importance de la bioconcentration dépend de plusieurs facteurs et elle varie selon la substance et le type d'organisme. Par exemple, les BPC sont parmi les substances les plus bioconcentrées par les organismes marins de tous les niveaux trophiques. Par contre, les HAP ne sont pas bioconcentrés par les poissons et mammifères alors qu'ils le sont par les invertébrés.

La bioamplification désigne le processus par lequel la concentration de certaines substances chimiques dans les organismes vivants augmente en se déplaçant du bas vers le haut de la chaîne alimentaire. La bioamplification est la résultante de la bioconcentration à chacun des niveaux trophiques de la chaîne alimentaire. Ainsi, les BPC sont parmi les substances les plus bioamplifiées dans le réseau trophique marin alors que les HAP sont peu ou pas bioamplifiés.

4.3.2. Critères de qualité

Deux types de critères de qualité ont été utilisés pour évaluer la problématique de la contamination de la chaîne alimentaire de la zone d'étude.

Critères pour la protection de la faune vertébrée piscivore. Environnement Canada (1998a) développe présentement des recommandations pour les résidus dans les tissus (RRT) au Canada qui visent la protection de la faune. Les RRT sont les concentrations maximales retrouvées dans les organismes aquatiques entiers qui ne devraient causer aucun effet néfaste

à long terme sur la faune qui les consomme pendant toute leur vie. Dans la présente étude, ces RRT seront désignées sous le terme de « critères pour la protection de la faune vertébrée piscivore » parce qu'elles seront appliquées principalement aux poissons consommés par les mammifères marins et les oiseaux.

À ce jour, une RRT a été établie pour les BPC, les dioxines et les furanes totaux, le DDT total et le toxaphène (Tableau 16). Les critères développés par la Commission mixte internationale pour les BPC totaux et par le U.S. Fish and Wildlife Service pour le mercure seront aussi utilisés.

Tableau 16

Critères de qualité des ressources alimentaires des mammifères marins et des ressources halieutiques utilisés dans le présent rapport.

| <i>Substance toxique</i> | <i>Critère de protection de la faune vertébrée piscivore^a</i> | <i>Critère de protection de la santé humaine^b</i> |
|-----------------------------|--|---|
| Mercure | 0,1 µg•g ⁻¹ (1) | 0,5 µg•g ⁻¹ (5) |
| Plomb | aucun critère | 0,5 µg•g ⁻¹ (5) |
| BPC | 0,1 µg•g ⁻¹ (BPC totaux) (2) 0,79 x 10 ⁻⁶ TEQ ^c µg•g ⁻¹ (2) | 2,0 µg•g ⁻¹ (BPC totaux) (5) |
| Benzo(α)pyrène | aucun critère | aucun critère |
| DDT total | 0,014 µg•g ⁻¹ (3) | 5,0 µg•g ⁻¹ (5) |
| Dieldrine | aucun critère | 0,1 µg•g ⁻¹ (5) |
| Mirex | aucun critère | 0,1 µg•g ⁻¹ (5) |
| Hexachlorobenzène | aucun critère | 0,1 µg•g ⁻¹ (5) |
| Toxaphène | 6,3 x 10 ⁻³ µg•g ⁻¹ (4) | 0,1 µg•g ⁻¹ (5) |
| Dioxines et furanes totales | 0,71 x 10 ⁻⁶ TEQ ^c µg•g ⁻¹ (2) | 20 x 10 ⁻⁶ TEQ ^c µg•g ⁻¹ (5) |
| Tributylétain | aucun critère | aucun critère |

Sources : (1) Eisler, 1987; (2) Environnement Canada 1998b; (3) Environnement Canada 1997a; (4) Environnement Canada 1997b; (5) ACIA, 1999.

- a Concentration dans le poisson entier en µg•g⁻¹ de poids humide.
 b Concentration dans la chair du poisson en µg•g⁻¹ de poids humide.
 c Concentration en équivalents toxiques de la dioxine 2,3,7,8-TCDD (nécessite une analyse des congénères individuels des BPC, dioxines et furanes; voir l'item 2.2 de l'annexe 1).

Critères pour la protection de la santé humaine. Une norme canadienne de contamination chimique dans les poissons et les produits de la pêche destinés à la consommation humaine (critère de protection de la santé humaine) a été établi par Santé Canada pour toutes les substances toxiques prioritaires à l'exception du benzo(α)pyrène et du tributylétain (Tableau 16). Ces critères s'appliquent à la partie consommée par l'homme (chair ou muscle).

4.3.3. Contamination des ressources alimentaires de mammifères marins, des ressources halieutiques, des mammifères marins et des oiseaux marins

Les Chapitres 5, 6, 8 et 9 présentent pour chaque espèce de mammifères marins, d'invertébrés, de poissons et d'oiseaux marins importants dans la zone d'étude un sommaire des connaissances sur la contamination par les substances toxiques et un sommaire récapitulatif est présenté au Chapitre 10.

5. ALTÉRATIONS BIOLOGIQUES DES HABITATS ET DES RESSOURCES

5.1. INTRODUCTION D'ESPÈCES NON INDIGÈNES

Les eaux de lest (ou de ballast) des navires commerciaux étrangers constituent un mode particulièrement efficace de transport intercontinental d'espèces aquatiques. Le rejet de ces eaux de lest et des sédiments déposés sur le fond des réservoirs de ballast représente un vecteur potentiel d'introduction d'espèces non indigènes dans les eaux côtières de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent. Il n'est présentement pas possible de prédire avec la moindre certitude, si une espèce non indigène peut y être introduite par le rejet d'eaux de lest et, le cas échéant, si cet organisme peut réussir à s'établir dans le Saint-Laurent marin (Gauthier et Steel, 1996). Cependant, la faible température des eaux de surface de l'estuaire et du nord-ouest du golfe durant l'hiver apparaît peu favorable à l'établissement d'espèces non indigènes qui proviennent pour la plupart des régions tempérées chaudes (Harvey *et al.*, 1999).

À l'heure actuelle, il n'existe au Canada aucune réglementation touchant le rejet des eaux de lest par les navires étrangers qui transitent dans la zone d'étude. Des lignes directrices ont été mises en place à l'intention des navires étrangers provenant de l'extérieur de la zone des 200 milles et qui empruntent la voie maritime à destination d'un port situé à l'ouest du 64° méridien. Ces navires sont tenus de changer leur lest en haute mer dans des eaux d'une profondeur supérieure à 2 000 m avant d'entrer dans le golfe du Saint-Laurent. Cette mesure apparaît, à l'heure actuelle, comme la stratégie la moins coûteuse et la plus acceptable sur le plan environnemental pour prévenir l'introduction d'espèces exotiques dans les eaux de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent (Gauthier et Steel, 1996).

5.2. PRÉLÈVEMENTS BIOLOGIQUES

Les prélèvements fauniques dans la zone d'étude sont réalisés par la pêche commerciale et sportive, la chasse à la sauvagine et la chasse aux phoques.

5.2.1. Pêche commerciale

Les trois pêcheries commerciales les plus importantes dans la zone d'étude sont la pêche au Crabe des neiges à l'aide de casiers, la cueillette manuelle de myes en zone intertidale et la pêche au Flétan du Groenland à l'aide de filets maillants en eaux profondes. Les autres espèces pêchées sont surtout le Capelan, le Buccin, l'anguille, l'oursin et le hareng (voir le Chapitre 3, item 2.1). L'ampleur des impacts de la pêche sur l'état des stocks est présenté ci-dessous pour ces huit espèces de même que pour deux autres espèces, l'Esturgeon noir et la Morue franche, dont le statut est précaire.

Les mesures de gestion applicables à plusieurs de ces espèces et visant le contrôle de l'effort de pêche ou des captures sont présentées à l'item 2.1 du Chapitre 3. Des détails additionnels sur l'exploitation de ces espèces sont présentés aux Chapitres 6 et 8.

Crabe des neiges. Le Crabe des neiges de la zone d'étude (excluant le Saguenay où la pêche au crabe est interdite) fait partie d'une unité de gestion (zone 16) qui inclut toutes les concentrations de crabe retrouvées dans l'ensemble de l'estuaire maritime (voir le Chapitre 8, section 7). Cette pêcherie est contrôlée depuis 1992 et l'évolution récente de l'état du stock est

surtout attribuable au cycle naturel du recrutement. La ressource est jugée en bon état mais elle est exploitée au maximum.

Mye commune. Les gisements de myes les plus importants et les plus exploités sont localisés entre Tadoussac et la rivière Betsiamites (voir le Chapitre 8, section 3). On pense que la plupart de ces gisements sont fortement exploités mais il n'existe aucune donnée sur les taux d'exploitation. On ne connaît pas non plus la capacité de ces gisements à soutenir l'exploitation puisqu'aucun d'eux n'a été caractérisé récemment. Il n'existe actuellement aucune mesure visant à contrôler l'effort de pêche à la mye dans la zone d'étude.

Flétan du Groenland. Le Flétan du Groenland de la zone d'étude (excluant le fjord du Saguenay) fait partie de la population du golfe qui est exploitée par plusieurs flottes de bateaux basés sur la côte ouest de Terre-Neuve et au Québec (voir le Chapitre 8, section 11). Cette population était en difficulté à la fin des années 1980 et au début des années 1990 en raison d'un effort de pêche trop élevé et de la capture d'un trop grand nombre de juvéniles. Plusieurs mesures ont été mises en place à partir de 1994 afin de réduire l'effort de pêche et la capture de juvéniles.

Le Flétan du Groenland dans le fjord du Saguenay est uniquement exploité par la pêche sportive en hiver.

Capelan. Les capelans qui fréquentent la zone d'étude font partie de la population de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent (voir le Chapitre 6, section 2). Cette population est en bon état et son abondance est élevée et relativement stable. La pêche ne prélève qu'une petite partie de la biomasse totale de capelan dans le golfe et n'a probablement aucun impact significatif sur la population.

Buccin. La sédentarité du buccin et les pratiques de pêche actuelles rendent cette espèce sensible à la surexploitation (Giguère, 1997). L'échantillonnage des captures le long des rives de l'estuaire maritime en 1995 et 1996 montre que la taille moyenne des buccins est particulièrement petite. Cette taille réduite pourrait être le résultat d'une surexploitation des gisements mais les connaissances actuelles ne permettent pas de confirmer cette hypothèse. L'instauration d'une taille minimale de capture et une diminution du taux d'exploitation ont été suggérées pour protéger le potentiel reproducteur et favoriser le renouvellement de cette ressource.

Anguille. La rive sud de la zone d'étude entre Saint-Roch-des-Aulnaies et Métis-sur-Mer est un important secteur de pêche à l'anguille. Cette pêcherie cible uniquement les anguilles en migration automnale. La surexploitation de l'anguille dans l'ensemble de son aire de distribution n'est qu'un des facteurs qui pourraient expliquer le déclin des stocks du Saint-Laurent (voir le Chapitre 6, section 9). Les causes du déclin de l'espèce demeurent encore hypothétiques.

Oursin. La pêche à l'oursin dans la zone d'étude a débuté en 1995 et les débarquements ont atteint un maximum de 94,5 t en 1996 (voir le Chapitre 8, section 6). Comme il s'agit d'une nouvelle exploitation, on ne possède pas encore les informations permettant d'évaluer la dynamique des populations exploitées. Il n'existe aucune mesure visant un contrôle de l'abondance des captures dans la zone d'étude.

Hareng. La pêche commerciale du hareng dans la zone d'étude est peu importante et ne prélève qu'une faible portion de la biomasse totale disponible de hareng (voir le Chapitre 6, section 3). On ne connaît pas l'état des populations de hareng qui fréquentent la zone d'étude.

Esturgeon noir. L'Esturgeon noir est inscrit à titre d'espèce susceptible d'être désignée menacée ou vulnérable au Québec (voir le Chapitre 8, section 9). La surexploitation par la pêche est le principal facteur reconnu de déclin de la population du Saint-Laurent (Therrien, 1998). En 1994, on prévoyait l'effondrement de la population si le niveau d'exploitation était maintenu à un niveau comparable à celui du début des années 1990. Depuis 1996, plusieurs mesures ont été adoptées pour protéger le stock notamment la réduction des captures totales québécoises à 60 t par année de même que l'instauration de tailles minimale et maximale réglementaires et d'un système de contingent individuel (Therrien, 1998). Les captures d'esturgeons dans la zone d'étude représenteraient moins de 10 p. 100 des prises totales de cette espèce dans le Saint-Laurent.

Morue franche. La Morue franche de la côte atlantique a été désignée vulnérable par le Comité sur la situation des espèces en péril au Canada. Les deux stocks de morues qui fréquentent l'estuaire maritime (nord et sud du golfe du Saint-Laurent) sont dans un très mauvais état en raison de la surpêche pendant une période (fin des années 1980 et début des années 1990) où les conditions environnementales étaient défavorables à la reproduction, à la croissance et à la survie des individus. Les débarquements commerciaux de cette espèce dans la zone d'étude sont minimales (en moyenne 79,8 t au cours des dix années précédant l'année (1993) du moratoire) par rapport aux prélèvements réalisés par les flottes de bateaux qui exploitent les populations du nord et du sud du golfe (voir le Chapitre 6, section 5).

5.2.2. Pêche sportive

Pêche au saumon. La pêche sportive du saumon n'est pas responsable de la baisse de la montaison dans les rivières à saumon de la zone d'étude puisqu'elle est l'objet de mesures restrictives sévères. La diminution des montaisons a d'ailleurs été observée dans la plupart des rivières à saumon du Québec. Elle serait liée à une mortalité accrue des individus lors de leur première année en mer, attribuable au refroidissement marqué de l'eau de la mer du Labrador depuis le début des années 1980 (voir le Chapitre 8, section 10).

Autres espèces. La pêche sportive hivernale pratiquée dans le fjord du Saguenay vise principalement l'Éperlan arc-en-ciel, la Morue franche, le Sébaste atlantique et le Flétan du Groenland (Bérubé, 1999). Les données disponibles suggèrent que ces espèces ne sont pas menacées par cette pêche hivernale.

Outre la pêche blanche dans le Saguenay, la pêche sportive n'est pas importante dans la zone d'étude. Les deux principales espèces visées sont l'Éperlan arc-en-ciel et l'Omble de fontaine anadrome.

5.2.3. Chasse à la sauvagine

Les principales espèces récoltées dans la zone d'étude sont le Canard noir, l'Eider à duvet, la Sarcelle d'hiver, la Bernache du Canada, l'Harelda kakawi et le Garrot à oeil d'or. Il n'existe pas

de données précises sur l'importance des prélèvements par la chasse dans la zone d'étude et l'impact de la chasse sur ces populations d'oiseaux peut difficilement être évalué.

Dans le cas de l'Eider à duvet, bien qu'il n'y ait pas de preuves que la chasse se fasse au détriment des populations de l'est du Canada, on s'interroge sur les répercussions qu'elle pourrait avoir sur certaines colonies de la zone d'étude (Munro, 1995). Dans le cas du Garrot d'Islande (ou Garrot de Barrow), la chasse représente une menace pour sa survie car cette espèce en situation précaire accompagne régulièrement le Garrot à oeil d'or qui lui est chassé intensivement dans la zone d'étude (voir le Chapitre 9, item 5).

5.2.4. Chasse aux phoques

Les captures dans la zone d'étude se limitent essentiellement à une espèce, le Phoque du Groenland. Le Phoque gris ne constitue qu'une très faible proportion des phoques tués dans la zone d'étude lors de la saison de chasse hivernale. Le nombre de prises est contingenté aussi bien pour la chasse commerciale que sportive de ces deux espèces (Archambault, 1999; Morisset, 1999). L'impact de la chasse dans et hors de la zone d'étude sur les populations de Phoques du Groenland et de Phoques gris est présentement très faible.

La chasse au Phoque commun est actuellement interdite en raison de son statut précaire. Des individus sont abattus par mégarde par les chasseurs qui confondent cette espèce avec les phoques gris et du Groenland. L'ampleur de ces prises accidentelles et leur impact sur l'état de la population de phoques communs ne sont pas documentés (Archambault, 1999).

6. DÉRANGEMENT DE LA FAUNE

Une activité humaine constitue une source de dérangement pour une espèce faunique lorsque le comportement normal de l'animal est modifié ou interrompu sous l'effet de cette activité (Drolet, 1998). Les activités humaines qui occasionnent le dérangement d'espèces fauniques dans la zone d'étude sont principalement (Drolet, 1998) :

- l'observation des mammifères marins;
- la navigation commerciale et de plaisance;
- les activités récréatives sur le littoral;
- la pêche commerciale au filet maillant;
- la récolte du duvet d'eider;
- les survols aériens.

Ces sources de dérangements seront décrites de façon sommaire à partir des informations présentées par Drolet (1998), Archambault (1999) et MPO (1999c). L'observation des mammifères marins et la navigation commerciale et de plaisance sont les sources de dérangement les plus préoccupantes dans la zone d'étude particulièrement dans le secteur de l'embouchure du Saguenay.

6.1 OBSERVATION DES MAMMIFÈRES MARINS

Les activités d'observation de mammifères marins effectuées dans le secteur de l'embouchure du Saguenay ont connu un développement fulgurant au cours des vingt dernières années (voir le Chapitre 3, item 3.4). Cette industrie est aujourd'hui caractérisée par une fréquence élevée de départs, un nombre élevé d'embarcations aux sites d'observation des cétacés, une saison d'activités qui s'étend de la mi-mai à la mi-octobre de même que l'utilisation de nouveaux modes de transport (motomarine, kayak de mer et survol en hydravion) pour accéder aux différents sites d'observation. Les entreprises qui offrent actuellement des excursions en mer parviennent à peine à satisfaire la demande sans cesse croissante.

Le Rorqual commun, le Petit Rorqual et le Rorqual bleu sont les trois principales espèces visées par l'industrie (voir les sections du Chapitre 5 pour un portrait détaillé de l'observation de chacune des espèces). Bien que théoriquement exclu des activités d'observation en mer en vertu d'un code d'éthique, le Béluga est aussi une espèce recherchée par les excursionnistes, principalement lorsque le nombre d'embarcations autour des grands rorquals est important. Les activités d'observation alternatives (par exemple l'observation des phoques, des oiseaux marins et des éléments exceptionnels du paysage) offrent un bon potentiel pour la diversification des activités mais ont jusqu'à maintenant été peu exploitées dans le secteur de l'embouchure du Saguenay.

Bien que des modifications du comportement de plongée ou vocal aient été documentées pour certaines espèces de baleines (Béluga et Rorqual commun) en réaction aux approches de bateaux dans la zone d'étude, les effets à long terme de l'observation en mer sur ces cétacés ne sont pas connus. Dans l'ensemble, on s'accorde à dire que les concentrations importantes de bateaux autour des cétacés ont des effets néfastes sur leur alimentation et accroissent les risques de blessure et de mortalité associés aux collisions.

Dans le cas du Rorqual commun, on a pu vérifier que les individus de cette espèce sont effectivement soumis à une exposition intense et soutenue aux bateaux d'observation mais les effets sur le comportement et le bilan énergétique demeurent inconnus. La faible pression d'observation sur le béluga demeure préoccupante parce que ce stress s'ajoute à d'autres pressions environnementales potentiellement néfastes comme les concentrations élevées de substances organochlorés dans les tissus.

Dans le secteur du Bic, des entreprises locales offrent des excursions en zodiac ou en kayak pour l'observation des colonies de Phoques commun et de Phoque gris. Ces activités sont susceptibles de modifier le comportement de ces animaux mais on ne connaît pas les répercussions sur ces populations. La situation est particulièrement préoccupante pour le Phoque commun qui est une espèce en situation précaire.

Les principales mesures mises en place jusqu'à maintenant pour minimiser le dérangement des mammifères marins dans la zone d'étude sont les suivantes :

- le *Règlement sur la protection des mammifères marins* qui interdit d'importuner les mammifères marins mais qui semble peu efficace pour contrer le dérangement excessif;
- le Code d'éthique adopté en 1993 par le ministère des Pêches et des Océans et qui contient des lignes directrices à l'intention des plaisanciers et des capitaines de navires;

- les campagnes de sensibilisation tenues dans les marinas et les ports de plaisance afin de promouvoir l'observation respectueuse des baleines.

6.2 NAVIGATION COMMERCIALE ET DE PLAISANCE

La zone d'étude est le site d'un important trafic maritime principalement le long de l'estuaire mais aussi dans le fjord du Saguenay (voir le Chapitre 3, item 3). Le secteur à l'embouchure du Saguenay est sans contredit celui où les mouvements de navires sont les plus importants en raison du chevauchement de la voie maritime et des principaux sites d'observation des baleines.

Dans la zone d'étude, les mammifères marins et les oiseaux marins sont les plus susceptibles d'être perturbés par la présence de navires. Dans le cas des mammifères marins, le bruit ambiant mesuré au principal site d'observation des baleines (canyon de l'île Rouge) pourrait être potentiellement néfaste à la population de bélugas. Sur le territoire du parc marin Saguenay—Saint-Laurent, on rapporte une à trois collisions graves (avec blessure) à chaque année entre des embarcations et des rorquals (Bouchard, 1999).

Les embarcations de plaisance représenteraient la principale source de dérangement des oiseaux marins de la zone d'étude. Comme ces petites embarcations peuvent se déplacer plus près des côtes et en eau peu profonde, elles peuvent se rapprocher des sites de nidification et d'alimentation de la sauvagine ainsi que des colonies d'oiseaux marins. Les motomarines présentent un potentiel de dérangement particulièrement élevé car elles génèrent beaucoup de bruit et elles peuvent changer rapidement de vitesse et de direction.

Dans les îles de l'estuaire, particulièrement celles à proximité de la côte, l'intensification de la navigation de plaisance a été identifiée comme une source potentielle de dérangement des colonies d'eiders. Il n'existe toutefois aucune donnée sur l'intensité de ce type de dérangement et les effets sur les colonies d'oiseaux de la zone d'étude.

Les principales mesures mises en place jusqu'à maintenant pour minimiser le dérangement de la faune par la navigation commerciale et de plaisance sont les mêmes que celles présentées dans la section précédente. Mentionnons en plus la présence d'un secteur d'exclusion de la navigation de plaisance dans le parc du Bic (zone de conservation de l'anse à l'Original; voir le Chapitre 3, item 3.6.) afin de minimiser le dérangement des oiseaux et des colonies de phoques (Bouchard, 1999).

6.3. ACTIVITÉS RÉCRÉATIVES SUR LE LITTORAL

Les principales activités récréatives conduites le long des rives de la zone d'étude et susceptibles de déranger les espèces fauniques sont :

- les randonnées pédestres incluant l'observation de la nature;
- la fréquentation des plages;
- l'utilisation de véhicules tout-terrain (VTT);
- la chasse aux oiseaux migrateurs;
- la plongée sous-marine.

Le dérangement généré par la pratique de ces activités touche principalement les oiseaux de rivage, la sauvagine en migration, les colonies de hérons et les oiseaux de mer. Dans la zone d'étude, il n'existe aucune évaluation de l'importance du dérangement qu'elles peuvent occasionner aux oiseaux. Les espèces nicheuses sont particulièrement vulnérables pendant la nidification et l'élevage des jeunes. La présence de visiteurs dans les colonies d'oiseaux favorise la prédation des oeufs et des oisillons par les corneilles et les goélands. Le Petit Pingouin et l'Eider à duvet seraient deux espèces nicheuses de la zone d'étude particulièrement vulnérables. De façon générale, les impacts potentiels du dérangement des espèces nicheuses sont la réduction du succès de reproduction et la perturbation de l'alimentation.

Le Pluvier siffleur, dont la population nicheuse aux Îles-de-la-Madeleine a été menacée de disparition avec l'augmentation de l'achalandage des plages (le passage de VTT et la randonnée pédestre), ne fréquente pas la zone d'étude.

En ce qui concerne la plongée sous-marine, la pratique de cette activité entraîne la destruction de certains organismes vivant sur le fond, par frottement ou écrasement, particulièrement lorsque des plongeurs peu expérimentés ne parviennent pas à maîtriser leur flottabilité. Les anémones sont particulièrement vulnérables dans les sites de plongée les plus fréquentés (voir le Chapitre 7, section 4). On ne sait pas si la plongée sous-marine peut déranger de façon importante des organismes qui se déplacent sur ou directement au-dessus du fond et qui y sont étroitement associés soit pour l'alimentation ou la reproduction comme certaines espèces de crustacés et de poissons.

6.4. PÊCHE COMMERCIALE AU FILET MAILLANT

L'utilisation de filets maillants est la principale source de dérangement de la faune associée à la pêche commerciale dans le Saint-Laurent marin. Ces engins de pêche capturent de façon accidentelle de petits mammifères marins (principalement le Marsouin commun, le Phoque commun et le Phoque gris) ainsi que des oiseaux marins qui, une fois emprisonnés dans les filets, périssent par noyade. Dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent, ces captures accidentelles peuvent survenir dans des filets maillants installés et opérés par les pêcheurs ainsi que dans ceux perdus ou abandonnés en mer.

6.4.1. Filets maillants opérés par les pêcheurs

Dans la zone d'étude, le filet maillant est surtout utilisé pour la capture de l'Esturgeon noir et du Hareng atlantique en eau peu profonde ainsi que pour la pêche au Flétan du Groenland à des profondeurs supérieures à 200 m (voir le Chapitre 3, item 2.1). Il n'existe aucun suivi systématique des captures accidentelles de mammifères et d'oiseaux marins par ces engins de pêche dans la zone d'étude. Selon Morisset (1999), aucune capture accidentelle de mammifères marins n'a été signalée à l'intérieur du parc marin Saguenay–Saint-Laurent.

6.4.2. Pêche fantôme (filets perdus ou abandonnés)

Il n'existe aucune donnée sur la quantité de filets maillants perdus ou abandonnés dans la zone d'étude ni sur les organismes marins qui pourraient être capturés de façon accidentelle par ces engins. Outre les mammifères marins et les oiseaux, les poissons et les crabes sont les principaux organismes susceptibles d'être capturés de façon accidentelle par ces engins.

6.5. RÉCOLTE DE DUVET D'EIDER

La récolte du duvet d'eider est effectuée à une quinzaine de sites de la zone d'étude cours des deux ou trois premières semaines de juin lorsque les femelles couvent les oeufs (voir le Chapitre 3, item 2.4). La présence des cueilleurs dans chacune des colonies exploitées est une source de dérangement dont les effets n'ont pas été évalués. La hausse de la prédation des canetons par les goélands serait le principal impact potentiel associé à cette activité. Les mesures adoptées par les cueilleurs pour minimiser le dérangement des canetons sont les suivantes :

- aucune récolte n'est effectuée lorsque les canetons sont présents au nid;
- le prélèvement d'au plus 50 p. 100 du duvet dans chacun des nids pour ne pas affecter les oeufs non éclos;
- généralement une seule visite par année est effectuée sur chacune des îles.

6.6. SURVOLS AÉRIENS

Les survols aériens à basse altitude dans le secteur de l'embouchure du Saguenay et le long du fjord sont de deux types : les survols d'avions militaires et ceux de type touristique. Les survols militaires à basse altitude sont effectués par des avions de chasse de type CF-18 rattachés à la base des Forces canadiennes à Bagotville (Archambault, 1999). La fréquence de ces vols n'est pas connue. Certains de ces vols auraient lieu à une altitude inférieure à celle des lignes de transmission électrique qui traversent le fjord. L'effet des hauts niveaux sonores résultant du passage de ces aéronefs sur la faune n'est pas connu.

Des survols aériens pour l'observation des mammifères marins au-dessus du fjord et de l'embouchure du Saguenay sont offerts par six compagnies privées. La fréquence maximale en période d'affluence touristique peut atteindre une dizaine de départs par jour pour une des trois entreprises les plus actives. L'impact des survols sur les cétacés et autres espèces fauniques n'est pas connu. La fréquence de ces survols aériens n'apparaît jusqu'à maintenant pas assez importante pour avoir des effets néfastes significatifs sur les mammifères marins de la zone d'étude.

Il n'existe aucune réglementation concernant l'altitude minimale de survol. Une recommandation contenue dans le code d'éthique sur les mammifères marins suggère aux pilotes de ne pas survoler un mammifère marin à moins de 481 m (Archambault, 1999). En ce qui a trait aux survols militaires pratiqués dans le fjord, on songe à fixer l'altitude minimale des avions de chasse à 610 m (2 000 pieds) en tout temps.

RÉFÉRENCES

- Agence canadienne d'inspection des aliments (ACIA). 1999. Lignes directrices sur les contaminants chimiques du poisson et des produits du poisson au Canada. Site internet de l'ACIA consulté en avril 1999 à l'adresse <http://cfia-acia.agr.ca>.
- Anctil, F. et J.-P. Troude. 1992. Étude de la remontée relative des niveaux d'eau dans l'estuaire du Saint-Laurent. *Rev. can. génie civil* 19 : 252-259.
- Archambault, S. 1999. Les activités anthropiques au Parc marin Saguenay–Saint-Laurent - synthèse des connaissances. Rapport remis à Parcs Canada. Pagination multiple.
- Argus, Les consultants en environnement. 1998. Perspectives d'aménagement et de restauration des marais à spartines du Québec. Rapport final présenté à Environnement Canada, Service canadien de la faune; Pêches et Océans Canada; Ministère des Transports du Québec; Canards Illimités inc.
- Bergeron, L., G. Vigeant et J. Lacroix. 1997. Chapitre québécois de l'étude pan-canadienne sur les impacts et l'adaptation à la variabilité et au changement du climat. Tome V. Environnement Canada et Association de Climatologie du Québec, 270 p.
- Bernier, L., P. Lachance, L. Quilliam et D. Gingras. 1998. Rapport sur l'état du Saint-Laurent - La contribution des activités urbaines à la détérioration du Saint-Laurent. Équipe conjointe bilan, composée d'Environnement Canada, de Pêches et Océans Canada et du Ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec, Sainte-Foy. Rapport technique, 156 p.
- Bérubé, S. 1999. Pêche blanche. Chapitre 3, Dans : Plan de conservation des écosystèmes du parc marin Saguenay—Saint-Laurent. Ébauche finale. Document interne du ministère des Pêches et des Océans.
- Bibeault, J.-F., N. Gratton et A. Jourdain. 1996. Synthèse des connaissances sur les aspects socio-économiques du secteur d'étude Estuaire maritime. Environnement Canada - Région du Québec, Conservation de l'environnement, Centre Saint-Laurent. Rapport technique. Zone d'intervention prioritaire 18. 203 p.
- Black, G.A.P., T.W. Rowell et E.G. Dawe. 1987. Atlas of the biology and distribution of the squids *Illex illecebrosus* and *Loligo pealei* in the Northwest Atlantic. *Publ. spéc. can. sci. halieut. aquat.* 100 : 62 p.
- Bouchard, N. 1999. Trafic maritime. Chapitre 5, Dans : Plan de conservation des écosystèmes du parc marin Saguenay—Saint-Laurent. Ébauche finale. Document interne du ministère des Pêches et des Océans.
- Brochu, C., S. Moore et É. Pelletier. 1995. Polychlorinated dibenzo-*p*-dioxins and dibenzofurans in sediments and biota of the Saguenay fjord and the St. Lawrence estuary. *Mar. Pollut. Bull.* 30 : 515-523.
- Bugden, G.L., B.T. Hargrave, M.M. Sinclair, C.L. Tang, J.-C. Therriault et P.A. Yeats. 1982. Freshwater runoff effects in the marine environment : the Gulf of St. Lawrence example. *Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat.* 1078 : 89 p.

- Castonguay, M., P.V. Hodson, C.M. Couillard, M.J. Eckersley, J.D. Dutil et G. Verreault. 1994. Why is recruitment of the American eel (*Anguilla rostrata*) declining in the St. Lawrence river and Gulf ? J. can. sci. halieut. aquat. 51 : 479-488.
- Centre Saint-Laurent (CSL) et ministère de l'Environnement du Québec (MENVIQ). 1992. Critères intermédiaires pour l'évaluation de la qualité des sédiments du Saint-Laurent. Environnement Canada et ministère de l'Environnement du Québec.
- Comba, M.E., R. J. Norstrom, C.R. Macdonald et K. L. E. Kaiser. 1993. A lake Ontario-Gulf of St. Lawrence dynamic mass budget for mirex. Environ. Sci. Technol. 27 : 2198-2206.
- Conseil canadien des ministres de l'environnement (CCME). 1999. Recommandations canadiennes pour la qualité des sédiments : protection de la vie aquatique — tableaux sommaires, Dans : Recommandations canadiennes pour la qualité de l'environnement, 1999, Winnipeg, le Conseil.
- Cossa, D. 1990. Chemical contaminants in the St. Lawrence estuary and Saguenay fjord. p. 239-268, Dans : M.I. El-Sabh and N. Silverberg (éd.). Oceanography of a large scale estuarine system : the St. Lawrence. Coastal and estuarine studies, Vol. 39.
- Cossa, D., C. Gobeil, B. Quémerais, B. Rondeau et T. T. Pham. 1995. Bilan massique du mercure dans le bassin du Saint-Laurent. 22^e Atelier de toxicologie aquatique, St. Andrews, Octobre 1995. Résumé.
- Cossa, D., T.-T. Pham, B. Rondeau, B. Quémerais, S. Proulx et C. Surette. 1998. Bilan massique des contaminants chimiques dans le fleuve Saint-Laurent. Environnement Canada - Région du Québec, Conservation de l'environnement, Centre Saint-Laurent. Rapport scientifique et technique ST-163. 258 p.
- Dawe, E.G., E.B. Colbourne et K.F. Drinkwater. 1998. Environmental effects on short-finned squid recruitment to canadian fishing areas. NAFO SCR Doc. 98/54 : 14 p.
- Dessau. 1991. Analyse des risques et élaboration de stratégie de surveillance et d'intervention face aux urgences environnementales - Parc marin du Saguenay. Partie I, Version finale. En collaboration avec Les Consultants Jacques Bérubé inc., Institut National d'Écotoxicologie du Saint-Laurent et Sanivan Ltée, 106 p. + annexes.
- Dionne, J.-C. 1986. Érosion récente des marais intertidaux de l'estuaire du Saint-Laurent, Québec. Géog. Phys. et Quat. 40 : 307-323.
- Dionne, J.-C. 1999. L'érosion des rives du Saint-Laurent : vue d'ensemble et état de la question. p. 2-19, Dans : Actes du colloque régional sur l'érosion des berges. 19, 20 et 21 février 1999. Comité ZIP de la rive nord de l'estuaire et Municipalité régionale de comté de Manicouagan. 207 p.
- Drapeau, G. 1992. Dynamique sédimentaire des littoraux de l'estuaire du Saint-Laurent. Géog. Phys. et Quat. 46 : 233-242.
- Drolet, R. 1998. Rapport sur l'état du Saint-Laurent - Le dérangement des espèces fauniques du Saint-Laurent. Équipe conjointe bilan, composée de représentants d'Environnement Canada, de Pêches et Océans Canada et du ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec, Sainte-Foy. Rapport technique.

- Dryade. 1981. Habitats propices aux oiseaux migrateurs. Analyse des pertes de végétation riveraine le long du Saint-Laurent entre Cornwall et Matane (1945-1960, 1960-1976). Rapport présenté au Service canadien de la faune, Région du Québec, 23 p.
- Eisler, R. 1987. Mercury hazards to fish, wildlife and invertebrates : a synoptic review. U.S. Fish. Wildl. Serv., Biol. Rep. 85 (1.10), 90 p.
- Environnement Canada. 1995. Compte rendu des consultations sur l'immersion en mer d'Environnement Canada, Hiver 1995. Environnement Canada, Service de la protection de l'environnement, Division du milieu marin, 33 p.
- Environnement Canada. 1997a. Canadian tissue residue guidelines for DDT for the protection of wildlife consumers of aquatic biota. Division des lignes directrices et des normes, Hull, Québec. Ébauche finale non publiée, 85 p.
- Environnement Canada. 1997b. Canadian tissue residue guidelines for toxaphene for the protection of wildlife consumers of aquatic biota. Division des lignes directrices et des normes, Hull, Québec. Ébauche finale non publiée, 70 p.
- Environnement Canada. 1998a. Protocole d'élaboration de recommandations pour les résidus dans les tissus en vue de protéger les espèces fauniques consommant le biote aquatique au Canada. Conseil canadien des membres de l'environnement, Groupe de travail sur les recommandations pour la qualité des eaux, 19 p.
- Environnement Canada. 1998b. Canadian tissue residue guidelines for polychlorinated biphenyls for the protection of wildlife consumers of aquatic biota. Division des lignes directrices et des normes, Hull, Québec. Ébauche finale non publiée, 101 p.
- Équipe de rétablissement du béluga du Saint-Laurent (ERBSL). 1995. Plan de rétablissement du béluga du Saint-Laurent. Ministère des Pêches et des Océans et Fonds mondial pour la nature, 73 p.
- Fortin, G.R. et M. Pelletier. 1995. Synthèse des connaissances sur les aspects physiques et chimiques de l'eau et des sédiments du Saguenay. Environnement Canada - Région du Québec, Conservation de l'environnement, Centre Saint-Laurent, Rapport technique, Zones d'intervention prioritaire 22 et 23. 212 p.
- Fortin, G.R. (éditeur), M. Gagnon et P. Bergeron. 1996. Synthèse des connaissances sur les aspects physiques et chimiques de l'eau et des sédiments du secteur d'étude Estuaire maritime. Environnement Canada — Région du Québec, Conservation de l'environnement, Centre Saint-Laurent, Rapport technique. Zone d'intervention prioritaire 18. 190 p.
- Fortin, R., M. Léveillé, S. Guénette et P. Laramée. 1992. Contrôle hydrodynamique de l'avalaison des oeufs et des larves de poulamon atlantique (*Microgadus tomcod*) sous le couvert de glace de la rivière Ste-Anne, Québec. Aquat. Living Resour. 5 : 127-136.
- Gagnon, M. et P. Bergeron. 1997. Identification et description des sites aquatiques contenant des contaminants préoccupants pour le béluga du Saint-Laurent. Rapport préparé par Biorex inc. pour le Comité multipartite sur les sites contaminés pouvant affecter le béluga. 180 p. + annexes.

- Gagnon, M. et P. Bergeron. 1999. Qualité du milieu marin de la Haute-Côte-Nord de l'estuaire du Saint-Laurent en support à la gestion intégrée de la zone côtière. Rapport présenté à Pêches et Océans Canada, Région Laurentienne. 203 p.
- Gagnon, M., P. Bergeron, J. Leblanc et R. Siron. 1998. Synthèse des connaissances sur les aspects physiques et chimiques de l'eau et des sédiments de l'estuaire moyen du Saint-Laurent. Pêches et Océans Canada - Région Laurentienne, Division de la gestion de l'habitat et des sciences de l'environnement, Institut Maurice-Lamontagne et Environnement Canada - Région du Québec, Conservation de l'environnement, Centre Saint-Laurent, Rapport technique. Zones d'intervention prioritaire 15, 16 et 17. 132 p.
- Gagnon, C., É. Pelletier et A. Mucci. 1997. Behavior of anthropogenic mercury in coastal marine sediments. *Mar. Chem.* 59 : 159-176.
- Gauthier, D. et D. Steel. 1996. Sommaire de la situation concernant l'introduction d'espèces non indigènes par l'eau de lest des navires au Canada et dans d'autres pays. *Rapp. manus. can. sci. halieut. aquat.* 2380 : vi + 62 p.
- Gauthier, J., D. Lehoux et J. Rosa. 1980. Les marécages intertidaux dans l'estuaire du Saint-Laurent. Environnement Canada, Service canadien de la Faune, région du Québec, 91 p.
- Gearing, J. N., M. Noël et J. Tronczinski. 1991. 200 years of varying hydrocarbon pollution in the St. Lawrence : the sedimentary record. p. 87-99, Dans : *Proceedings of the 7th Eastern Region Conference, Canadian Association on Water Pollution Research and Control.* Université du Québec à Rimouski, 16 septembre 1991.
- Giasson, G. 1996. Le débordement des eaux de pluie, un problème à traiter. *Vecteur Environnement* 29 : 15-18.
- Giguère, M. 1997. Buccin des eaux côtières du Québec. Ministère des Pêches et des Océans du Canada. Pêches de l'Atlantique, rapport sur l'état des stocks C4-09.
- Gilbert, D. 1997. L'état de l'environnement marin du Saint-Laurent; conditions océanographiques dans le golfe du Saint-Laurent en 1996. MPO, rapport sur l'état des stocks G4-01, 9 p.
- Gilbert, M. et G. Walsh (éd). 1996. Conséquences potentielles d'un déversement de BPC provenant de la barge *Irving Whale* sur le milieu marin du golfe du Saint-Laurent. *Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat.* 2113 : xiv + 62 p.
- Gobeil, C. 1991. Inventaire de la contamination des sédiments du chenal Laurentien : données sur les métaux et les éléments nutritifs. *Rapp. stat. can. sci. halieut. aquat.* 854 : iv + 63 p.
- Gobeil, C. et D. Cossa. 1993. Mercury in sediments and pore water in the Laurentian trough. *J. can. sci. halieut. aquat.* 50 : 1794-1800.
- Gobeil, C. et M. Lebeuf. 1992. Inventaire de la contamination des sédiments du chenal Laurentien : biphényles polychlorés. *Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat.* 1851 : v + 45 p.
- Gobeil, C., W. K. Johnson, R.W. Macdonald et C.S. Wong. 1995. Sources and burden of lead in St. Lawrence estuary sediments : isotopic evidence. *Environ. Sci. Technol.* 29 : 193-201.

- Goudreau, M. et B. Gauthier. 1981. Étude sommaire des empiétements sur le littoral québécois. Conseil consultatif de l'environnement, Québec, 112 p.
- Gratton, N. et J.-F. Bibeault. 1998. Synthèse des connaissances sur les aspects socio-économiques du secteur d'étude Estuaire moyen. Environnement Canada - Région du Québec, Conservation de l'environnement, Centre Saint-Laurent. Rapport technique. Zones d'intervention prioritaire 15, 16 et 17. 184 p.
- Grégoire, F., C. Lévesque, G. Poirier et C. Leblanc. 1998. Prises et débarquements de capelan (*Mallotus villosus*) dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent pour 1998. Secrétariat canadien pour l'évaluation de stock, Doc. rech. 99/09 : 58 p.
- Harding, G. 1992. A review of the major marine environmental concerns of the Canadian east coast in the 1980's. Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 1885 : 38 p.
- Harvey, M., M. Gilbert, D. Gauthier et D. Reid. 1999. A preliminary assessment of risks for the ballast water-mediated introduction of nonindigenous marine organisms in the estuary and gulf of St. Lawrence. Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 2268 : 56 p.
- Hébert, S. 1995. Qualité des eaux du Saguenay—Lac-Saint-Jean, 1979-1992. Ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction des écosystèmes aquatiques. 58 p.
- Hodson, P.V., É. Pelletier, R. McLeod, J. Hellou, B. Sainte-Marie, C. M. Couillard et J.-M. Sévigny. 1994. Chemical contamination of surface sediments and biota of the Saguenay fjord. p. 97-104, Dans : J.-M. Sévigny et C.M. Couillard (éd.). Le fjord du Saguenay : un milieu exceptionnel de recherche. Rapp. manus. can. sci. halieut. aquat. 2270 : 118 p.
- Jourdain, A., J.-F. Bibeault et N. Gratton. 1995. Synthèse des connaissances sur les aspects socio-économiques du secteur d'étude du Saguenay. Environnement Canada—Région du Québec, Conservation de l'environnement, Centre Saint-Laurent. Rapport technique. Zones d'intervention prioritaire 22 et 23. 195 p.
- Koutitonsky, V.G. et G.L. Bugden. 1991. The physical oceanography of the gulf of St. Lawrence : a review with emphasis on the synoptic variability of the motion. Publ. spéc. can. sci. halieut. aquat. 113 : 57-90.
- Lambert, Y. et J.-D. Dutil. 1997. Condition and energy reserves of Atlantic cod (*Gadus morhua*) during the collapse of the northern gulf of St. Lawrence stock. J. can. sci. halieut. aquat. 54 : 2388-2400.
- Lebeuf, M., C. Gobeil, C. Brochu et S. Moore. 1995a. Polychlorinated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans in Laurentian trough sediments, lower St. Lawrence Estuary. Organohalogen compounds 24 : 293- 298.
- Lebeuf, M., C. Gobeil, C. Brochu et S. Moore. 1996. Direct atmospheric deposition versus fluvial inputs of PCDD/Fs to the sediments of the lower St. Lawrence estuary. Organohalogen compounds 28 : 20-24.
- Lebeuf, M., C. Gobeil, Y. Clermont, C. Brochu et S. Moore. 1995b. Non-ortho chlorobiphenyls in fish and sediments of the estuary and gulf of St. Lawrence. Organohalogen compounds 26 : 421-426.
- Lévesque, C. et F. Grégoire. 1997. Prises accessoires des chalutiers et distribution des larves de lançon (*Ammodytes* sp.) dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent. MPO, Secrétariat canadien pour l'évaluation des stocks, Doc. rech. 97/121 : 26 p.

- Levy, E.M. 1985. Background levels of dissolved/dispersed petroleum residues in the gulf of St Lawrence, 1970-79. *J. can sci. halieut. aquat.* 42 : 544-555.
- Loring, D.H. 1975. Mercury in the sediments of the Gulf of St. Lawrence. *Can. J. Earth Sci.* 12 : 1219-1237.
- Loring, D.H. 1978. Geochemistry of zinc, copper and lead in the sediments of the estuary and Gulf of St. Lawrence. *Can. J. Earth Sci.* 15 : 757-772.
- Lum, K.R., K.L.E. Kaiser et M.E. Comba. 1987. Export of mirex from Lake Ontario to the St. Lawrence estuary. *Sci. Total Environ.* 67 : 41-51.
- Marquis, H., J. Therrien, P. Bérubé, G. Shooner et Y. Vigneault. 1991. Modifications physiques de l'habitat du poisson en amont de Montréal et en aval de Trois-Pistoles de 1945 à 1988 et effets sur les pêches commerciales. *Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat.* 1830F : xi + 80 p.
- Martel, L., M. J. Gagnon, L. Massé, A. Leclerc et L. Tremblay. 1986. Polycyclic aromatic hydrocarbons in sediments from the Saguenay fjord. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 37 : 133-140.
- Ministère de l'Environnement et de la Faune (MEF) et Environnement Canada. 1998. Évaluation de la toxicité des effluents des stations d'épuration municipales du Québec. Rapport d'étape. Campagne de caractérisation d'hiver.
- Ministère des Pêches et des Océans (MPO). 1996. La contamination en mercure de la crevette nordique du fjord du Saguenay. Feuillet d'information sur l'état de l'environnement marin du Saint-Laurent. Institut Maurice-Lamontagne, Centre de recherche en sciences de la mer. 6 p.
- Ministère des Pêches et des Océans (MPO). 1997. Les HAP dans le fjord du Saguenay. Feuillet d'information sur l'état de l'environnement marin du Saint-Laurent. Institut Maurice-Lamontagne, Centre de recherche en sciences de la mer. 8 p.
- Ministère des Pêches et des Océans (MPO). 1998a. État du stock de morue du nord du golfe. Rapport sur l'état des stocks A4-01. Février 1998.
- Ministère des Pêches et des Océans (MPO). 1998b. État du stock de morue du sud du golfe. Région de Scotia-Fundy, Pêches du Golfe, Moncton.
- Ministère des Pêches et des Océans (MPO). 1998c. Saumon de l'Atlantique, est du Canada : aperçu pour 1997. MPO, Section des Sciences, Rapport sur l'état des stocks DO-01, 22 p.
- Ministère des Pêches et des Océans (MPO). 1999a. Communication personnelle. Service des statistiques, Québec.
- Ministère des Pêches et des Océans (MPO). 1999b. Communication personnelle. Institut Maurice Lamontagne, Mont-Joli.
- Ministère des Pêches et des Océans (MPO). 1999c. Plan de conservation des écosystèmes du parc marin Saguenay—Saint-Laurent. Ébauche finale. Document interne du ministère des Pêches et des Océans.

- Minns, C.K., R.G. Randall, E.M.P. Chadwick, J.E. Moore et R. Green. 1995. Potential impact of climate change on the habitat and population dynamics of juveniles Atlantic salmon (*Salmo salar*) in Eastern Canada. p. 699-708, Dans : R.J. Beamish (éd.). Climate change and northern fish populations. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. 121 : 739 p.
- Montevecchi, W. A. et R.A. Myers 1995. Prey harvests of seabirds reflect pelagic fish and squid abundance on multiple spatial and temporal scales. Mar. Ecol. Prog. Ser. 117 : 1-9.
- Morisset, J. 1999. Les pêches commerciales, sportives et de subsistance des espèces marines. Chapitre 4, Dans : Plan de conservation des écosystèmes du parc marin Saguenay—Saint-Laurent. Ébauche finale. Document interne du ministère des Pêches et des Océans.
- Mousseau, P. et A. Armellin 1995. Synthèse des connaissances sur les communautés biologiques du Saguenay. Environnement Canada—Région du Québec, Conservation de l'environnement, Centre Saint-Laurent. Rapport technique. Zones d'intervention prioritaire 22 et 23. 222 p.
- Munro, J. 1995. Eider à duvet. p. 316-319, Dans : J. Gauthier et Y. Aubry (sous la direction de). Les oiseaux nicheurs du Québec : atlas des oiseaux nicheurs du Québec méridional. Association québécoise des groupes d'ornithologues, Société québécoise de la protection des oiseaux, Service canadien de la faune, Environnement Canada, région du Québec.
- Murawski, S.A. 1993. Climate change and marine fish distributions : forecasting from historical analogy. Trans. Am. Fish. Soc. 122 : 647-658.
- Ouellet, P. 1997. Characteristics and vertical distribution of Atlantic cod (*Gadus morhua*) eggs in the northern Gulf of St. Lawrence and the possible effect of cold water on recruitment. J. can. sci. halieut. aquat. 54 : 211-223.
- Pelletier, M., R. Vaillancourt, S. Hébert, R. Greendale et Y. Vigneault. 1990. Habitats côtiers perturbés dans le réseau Saint-Laurent en aval de l'île d'Orléans. Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 1754 : 61 p.
- Pierce, R.C., D. M. Whittle et J. B. Bramwell. 1998. Les contaminants chimiques dans les écosystèmes aquatiques du Canada. Pêches et Océans Canada. 361 p.
- Proulx, S. 1993. Évaluation des sources d'apports toxiques au fleuve Saint-Laurent. Rapport de données. Environnement Canada, Centre Saint-Laurent. 36 p.
- Quémerais, B., C. Lemieux et K. R. Lum. 1994. Concentrations and sources of PCBs and organochlorine pesticides in the St. Lawrence River (Canada) and its tributaries. Chemosphere 29 : 591-610.
- Rail, J.-F., G. Chapdelaine, P. Brousseau et J.-P. L. Savard. 1996. Utilisation des oiseaux marins comme bioindicateurs de l'écosystème marin de l'estuaire et du Golfe Saint-Laurent. Service canadien de la faune, région du Québec, Série de rapports techniques n° 254, 113 p.
- Reed, A. et G. Moisan. 1971. The *Spartina* tidal marshes of the St. Lawrence estuary and their importance to aquatic birds. Naturaliste can. 98 : 905-922.

- Robitaille, J.A., Y. Vigneault, G. Shooner, C. Pomerleau et Y. Mailhot. 1988. Modifications physiques de l'habitat du poisson dans le Saint-Laurent de 1945 à 1984 et effets sur les pêches commerciales. Division de l'habitat du poisson, Ministère des Pêches et des Océans. Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 1608 : 45 p.
- Roche, Groupe-conseil. 1993. Caractérisation des débris de plastique de l'estuaire du Saint-Laurent. Rapport final présenté au ministère des Pêches et des Océans dans le cadre du plan d'action Saint-Laurent. vi + 26 p.
- Saint-Laurent Vision 2000 (SLV 2000). 1996. Les établissements industriels - Faits saillants. Saint-Laurent Vision 2000, Environnement Canada et Ministère de l'Environnement et de la Faune.
- Saint-Laurent Vision 2000 (SLV 2000). 1997. L'élimination virtuelle des substances toxiques persistances et biocumulatives. Le Fleuve, Volume 7, Numéro 1.
- Saint-Louis, R., C. Gobeil et É. Pelletier. 1997. Le tributylétain et ses produits de dégradation dans l'estuaire du Saint-Laurent (Canada). Environ. Technol. 18 : 1209-1218.
- Sainte-Marie, B. et D. Gilbert. 1998. Possible effects of changes in CIL temperature and thickness on population dynamics of snow crab (*Chionoecetes opilio*) in the Gulf of St. Lawrence. Secrétariat canadien pour l'évaluation des stocks, Doc. rech. 98/3 : 19 p.
- Shafer, C.T., J.N. Smith et R. Coté. 1990. The Saguenay fjord : a major tributary to the St. Lawrence estuary. p 378-420, Dans : M.I. El-Sabh and N. Silverberg (éd.). Oceanography of a large scale estuarine system : the St. Lawrence. Coastal and estuarine studies, Vol. 39.
- Therrien, J. 1998. Rapport sur la situation de l'esturgeon noir (*Acipenser oxyrinchus*) au Québec. MEF, Direction de la faune et des habitats, Service de la faune aquatique. 45 p.
- Tremblay, S., F. Caron, C. Groleau et D. Deschamps. 1998. Bilan de l'exploitation du saumon au Québec en 1997. MEF, Direction de la faune et des habitats, Service de la faune aquatique. 181 p.
- Vladykov, V.D. 1944. Études sur les mammifères aquatiques. III.- Chasse, biologie et valeur économique du Marsouin blanc ou Béluga (*Delphinapterus leucas*) du fleuve et du golfe Saint-Laurent. Département des pêcheries, Québec, 14 : 194 p.
- Walsh, G. et A. Bourgeois (éd.). 1996. Inondations de juillet 1996 au Québec : identification des impacts potentiels sur le milieu marin et les habitats d'eau douce dans les régions du Saguenay, de la Côte-Nord et de Charlevoix. Rapp. manus. can. sci. halieut. aquat. 2382 : viii+ 21 p.

ANNEXE 1

DESCRIPTION DE LA PROBLÉMATIQUE GÉNÉRALE ASSOCIÉE AUX SUBSTANCES CHIMIQUES TOXIQUES EN MILIEU AQUATIQUE

(Source : Pierce *et al.*, 1998)

1. MÉTAUX LOURDS ET COMPOSÉS ORGANOMÉTALLIQUES

1.1. PLOMB

Certains processus naturels, tels la météorisation des roches, l'activité volcanique et la désintégration radioactive de l'uranium et du thorium, libèrent de faibles quantités de plomb dans l'environnement. Jusqu'à l'interdiction de l'essence au plomb en 1990, la combustion dans les moteurs de carburants contenant du plomb-tétraéthyl était la principale source anthropique de plomb dans l'environnement. Les autres activités humaines responsables d'apports importants de plomb dans l'environnement sont l'exploitation minière, la fonte des métaux et des minéraux plombifères, l'utilisation de tuyaux de plomb et de soudures au plomb, l'exploitation des centrales thermiques, les boues d'égout, les peintures, les glaçures pour céramique et l'élimination des batteries au zinc-plomb dans les décharges. Le plomb pénètre aussi dans l'environnement sous forme de grenaille de chasse et de pesées pour lignes à pêche.

En plus d'accroître la quantité totale de plomb libérée dans l'environnement, les utilisations anthropiques ont modifié considérablement la distribution du plomb dans le milieu naturel, tant à l'échelle locale qu'à l'échelle mondiale, et peut-être plus que pour toute autre substance toxique. Par exemple, les fortes émissions dues aux centres urbains ont porté les concentrations présentes dans les villes et à leur voisinage à plusieurs milliers de fois celles trouvées dans la nature.

La forme chimique du plomb présent dans les écosystèmes aquatiques varie en fonction de facteurs comme le pH, la teneur en oxygène dissous et la présence simultanée de composés organiques et inorganiques. En général, les composés du plomb qui sont solubles sont éliminés de la solution par adsorption sur les sédiments et les matières particulaires en suspension dans les eaux.

Le plomb est un métal non essentiel et fortement toxique dont tous les effets connus sur les systèmes biologiques sont délétères. Sa bioaccumulation dans les organismes aquatiques dépend cependant d'une vaste gamme de facteurs, notamment la quantité de plomb présente dans l'environnement immédiat, sa forme physique et chimique, les propriétés physiques et chimiques de la nappe d'eau où il se dépose et la biologie de l'organisme exposé. Par exemple, les composés organiques du plomb, qui s'accumulent dans les lipides ont tendance à être absorbés et accumulés plus facilement que les composés inorganiques du plomb. De la même façon, les composés organiques du plomb sont généralement plus toxiques que ses composés

inorganiques pour les organismes aquatiques; de plus, la toxicité a tendance à augmenter avec le degré d'alkylation.

Bien que le plomb ne semble pas être bioamplifié, il existe des indices significatifs de sa bioaccumulation dans un certain nombre d'organismes aquatiques, notamment chez les bactéries benthiques, les plantes d'eaux douces, les invertébrés et les poissons. Le dosage de l'activité de l'acide o-aminolévulinique déshydratase (ALAD) des érythrocytes est une méthode utilisée actuellement qui permet d'indiquer l'exposition des poissons au plomb. Les effets du plomb peuvent varier en fonction d'un certain nombre de facteurs déjà décrits, mais des expositions à de faibles teneurs en plomb ont été associées à de l'anémie, à un ralentissement de la croissance, à des lésions hépatiques et rénales, à la dépression du système immunitaire et, peut-être, à certaines lésions du système nerveux central, en particulier chez les organismes plus jeunes, y compris chez l'humain. En fait, le plomb est le seul contaminant toxique qui s'accumule chez l'humain à des concentrations moyennes voisines du seuil d'intoxication clinique potentiel.

1.2. MERCURE

L'activité humaine a fait augmenter fortement les teneurs en mercure dans certaines parties de l'environnement, notamment dans les écosystèmes aquatiques. Au Canada, la principale source anthropique de mercure durant les années 60 était les usines de chlore et de soude caustique produisant de l'eau de javel et les usines de pâtes et papiers utilisant des myxobactéricides mercuriels. Ces industries étaient souvent situées sur les rives des fleuves, des grandes rivières et des lacs importants comme les Grands Lacs et le Saint-Laurent, ainsi que le long des côtes océaniques. En 1970, une loi a été promulguée pour réduire les rejets de mercure provenant de sources comme les raffineries, les usines de traitement des eaux usées municipales et des usines de pâtes et papiers. Une autre utilisation du mercure, l'enrobage des graines de semence, a été interdite en 1973.

De nos jours, les sources anthropiques de mercure dans l'environnement incluent le lessivage de régions où il y avait autrefois certaines activités industrielles (comme l'exploitation de raffineries et de centrales thermiques alimentées au charbon), l'utilisation de certaines peintures et la libération de mercure par le sol et les plantes des régions inondées derrière les barrages hydroélectriques. Une bonne partie du mercure libéré par ces processus existe sous une forme présentant peu de danger pour les organismes aquatiques. Toutefois, les bactéries peuvent transformer le mercure inorganique en méthylmercure, un type de mercure organique qui, lui, est toxique. Le méthylmercure est bioamplifié rapidement dans les chaînes alimentaires aquatiques. Il est chimiquement stable et s'accumule dans divers tissus, dont les muscles. Bien que le méthylmercure s'accumule rapidement chez certains organismes, d'autres animaux comme les loutres, les phoques et les baleines, sont capables de le déméthylmer en mercure inorganique, qui est moins dangereux.

Le mercure s'accumule rapidement chez les poissons. Dans les eaux douces canadiennes, des concentrations élevées de ce métal se rencontrent chez le touladi, le brochet et le doré. Son potentiel de bioamplification dans les chaînes alimentaires aquatiques s'est manifesté par la présence de fortes concentrations chez des oiseaux piscivores échantillonnés à la fin des années 60 dans des régions voisines d'usines de chlore et de soude caustique et d'usines de pâtes et papiers utilisant des myxobactéricides. Le mercure peut inhiber la photosynthèse et la

croissance du phytoplancton et causer des troubles du système nerveux, la dégénérescence de la moelle épinière et des lésions au cerveau chez les oiseaux. Il peut aussi s'accumuler dans les reins, le foie et le cerveau des mammifères qui mangent des oiseaux, y compris l'humain, ce qui entraîne des lésions neurologiques et rénales, de graves pertes de poids, voire la mort.

1.3. COMPOSÉS ORGANOSTANNIQUES (tributylétain)

Les composés organostanniques (composés organométalliques de l'étain) sont principalement utilisés comme stabilisants thermiques des produits en poly(chlorure de vinyle) (PVC), comme catalyseurs dans les résines, les peintures et les revêtements et comme additifs dans les peintures antisalissures servant à protéger les filets utilisés en aquaculture et la coque des navires. Cette dernière utilisation a cependant été limitée en 1989 aux navires longs de plus de 25 m. La libération de composés organostanniques dans le milieu aquatique est en général due directement à des apports dans l'air ou l'eau à la suite de leur production, de leur transformation, de leur utilisation ou de leur élimination, ou due indirectement à leur transformation biotique ou abiotique. La principale cause de leur pénétration dans le milieu aquatique est leur utilisation, en particulier celle du tributylétain (TBT), dans des préparations biocides, entre autres à des concentrations élevées dans le cas des peintures biocides.

Il existe peu d'informations sur les formes et le devenir des composés organostanniques dans le milieu aquatique. Par ailleurs, il est bien connu que leur persistance varie fortement en fonction de certaines propriétés des écosystèmes, entre autres : l'éclairement, la température, la teneur en oxygène ainsi que les types et les concentrations d'organismes présents capables de les tolérer et de les dégrader. De plus, en solution dans l'eau, ils ne se volatilisent généralement pas. Par conséquent, vu les conditions climatiques qui prévalent au Canada, ils peuvent persister pendant des périodes de l'ordre des années, voire des décennies.

Bien que les composés organostanniques fassent, par des mécanismes aussi bien abiotiques que biotiques, l'objet de méthylation et de déméthylation dans l'eau, ils peuvent quand même être bioaccumulés dans certains organismes. Des études indiquent que ces composés, en particulier le TBT, entraînent une compartimentation et un épaississement de la coquille des bivalves, telle l'huître, et induisent des anomalies des organes reproducteurs des buccins femelles, un processus nommé « imposexe » pouvant entraîner une réduction de fertilité, voire la stérilité et, finalement, des baisses de population.

2. COMPOSÉS ORGANOCHLORÉS

Les composés organochlorés sont une gamme de composés organiques synthétiques contenant du chlore et ayant, à divers degrés, des propriétés semblables qui décident de leur comportement dans l'environnement. Ils sont insolubles dans l'eau (hydrophobes), mais solubles dans les graisses (lipophiles). Dans l'eau, ils s'adsorbent sur les matières particulaires et s'accumulent dans les sédiments. Dans un organisme, ils s'accumulent dans les tissus adipeux (notamment dans le lard des mammifères marins), les organes, le sang et les réserves de gras. Leur structure chimique (ce sont des dérivés d'hydrocarbures) les rend stables et résistants à la dégradation chimique ou biologique. Par conséquent, ils persistent dans l'environnement, parfois durant des décennies. Ils sont suffisamment volatils pour être

transportés dans l'atmosphère. On les rencontre donc dans des régions où ils n'ont jamais été utilisés volontairement, par exemple dans l'Arctique canadien.

2.1. BPC

Les polychlorobiphényles (PCB, encore appelés BPC, biphényles polychlorés) ont été synthétisés pour la première fois vers la fin des années 20 et utilisés de par le monde jusqu'à la fin des années 70. Ils étaient employés là où il fallait faire appel à des composés chimiques ayant une certaine gamme de propriétés physiques stables – par exemple, dans des mélanges caloporteurs et des fluides hydrauliques. Ils ont servi d'isolation électrique. Il existe 209 PCB distincts (congénères), dans lesquels les atomes de chlore (Cl) occupent des positions différentes; toutefois, les échantillons environnementaux n'en renferment d'habitude qu'une cinquantaine. Les méthodes d'analyse modernes permettent de doser chaque congénère mais les publications anciennes mentionnaient habituellement des mélanges commerciaux (arochlore 1254, clorphène A50). Il est donc parfois difficile de comparer les mesures modernes de PCB à celles des publications plus anciennes.

La fabrication, l'importation et la plupart des utilisations non électriques des PCB sont interdites au Canada depuis 1977. Néanmoins, certains PCB sont encore utilisés ou stockés au Canada. Des PCB ont été libérés dans l'environnement au cours des années, principalement à la suite d'une élimination inadéquate, surtout dans les décharges, de déversements accidentels ou de l'incinération de produits imprégnés de PCB.

Les propriétés qui rendent les PCB intéressants pour des applications industrielles sont celles-là même qui les rendent dangereux pour le milieu aquatique. À cause de leur stabilité chimique et de la difficulté de leur métabolisation par les organismes aquatiques, ils sont très persistants et ont tendance à s'accumuler dans les tissus adipeux des organismes. Absorbés par un organisme aquatique, les PCB sont souvent cancérogènes et peuvent altérer certaines fonctions physiologiques comme la croissance, la mue et la reproduction ainsi que la capacité qu'ont ces organismes d'éliminer les composés organiques étrangers et les déchets. Les PCB ont été particulièrement liés à un certain nombre de problèmes de santé chez la faune, par exemple : mortalité embryonnaire, altération hormonale et malformations physiques; ils sont aussi soupçonnés de causer des problèmes de développement chez les bébés.

2.2. DIOXINES

Les polychlorodibenzo-*p*-dioxines (qu'on appelle communément dioxines ou PCDD) sont des sous-produits de la fabrication des chlorophénols (eux mêmes utilisés comme désinfectants ou agents de préservation du bois), ou encore de l'incinération ou de tout autre traitement à haute température de tels composés. Il existe 75 de ces composés (congénères), mais celui qui attire davantage l'attention est le congénère où les atomes de chlore occupent les positions 2, 3, 7 et 8; en fait, la 2,3,7,8 tétrachlorodibenzodioxine (2,3,7,8-TCDD) est l'une des substances les plus toxiques connues. La toxicité combinée des PCDD et de certains composés apparentés s'exprime souvent en « équivalents toxiques de la 2,3,7,8-TCDD » (TEQ) en faisant la somme des toxicités individuelles des congénères de PCDD calculées d'après les résultats d'études expérimentales.

Au Canada, les usines de pâtes et papiers étaient autrefois une des principales sources de PCDD. À la suite de l'interdiction d'utiliser le pentachlorophénol (un agent de préservation des copeaux de bois) et des modifications apportées aux procédés chimiques de réduction du bois en pâte, elles sont devenues des sources de moins en moins importantes de PCDD. Les incinérateurs municipaux et certaines anciennes décharges situées près d'une usine de produits chimiques semblent être actuellement les principales sources de ces composés. Certains chlorophénols ou certains de leurs dérivés comme les herbicides à base d'acides chlorophénoxyacétiques (2,4-D et 2,4,5-T) contiennent des PCDD et des polychlorodibenzofuranes (PCDF) comme impuretés.

Les PCDD et les PCDF (traités plus loin) ont des effets toxiques semblables sur les organismes qui les absorbent. Bien que leur degré de toxicité puisse varier fortement en fonction de leur structure chimique, toutes les formes ont une certaine toxicité pour les organismes aquatiques. Les dioxines, en particulier la 2,3,7,8-TCDD, sont très toxiques chez bien des animaux, même à faible dose, et elles sont soupçonnées d'avoir été responsables de la maladie de l'œdème, fatale chez les goélands argentés du lac Ontario dans les années 70. Les autres répercussions sur les organismes aquatiques peuvent inclure l'induction du système OFM (oxydases à fonction mixte), des effets négatifs sur la reproduction, des pertes de poids, la suppression du système immunitaire et des altérations hormonales. Même si leurs effets chez l'humain ne sont pas bien compris, les PCDD n'en sont pas moins considérées comme des substances chimiques très dangereuses.

2.3. FURANES

Comme les PCDD, les polychlorodibenzofuranes (communément appelés furanes ou PCDF) sont généralement des sous-produits de l'incinération ou d'autres procédés à haute température impliquant des composés à base de chlore et de phénols. Leurs propriétés physiques, et donc leur comportement dans l'environnement, sont comparables à ceux des PCDD, et les deux groupes de composés sont généralement analysés ensemble. Il existe 135 congénères de PCDF. À l'heure actuelle, ce sont les incinérateurs municipaux qui semblent constituer la principale source des PCDF présents dans l'environnement.

Tout comme les PCDD, les PCDF peuvent aussi perturber la fonction endocrinienne et ainsi modifier l'équilibre hormonal et les structures génétiques des espèces sauvages. Bien que moins toxiques que les dioxines, ils sont considérés comme très dangereux pour les organismes vivants.

2.4. DDT

Le DDT (dichlorodiphényltrichloroéthane) fut introduit comme insecticide dans les années 40. Le composé mère, le *p,p'*-DDT, se rencontre habituellement dans l'environnement en présence de ses métabolites, le *p,p'*-DDD et le *p,p'*-DDE et des isomères *o,p'* – correspondants (qui sont présents dans le DDT de qualité technique) : on les regroupe souvent sous l'appellation « DDT total ». La majorité des effets délétères liés au DDT sont en fait dus au DDE, un de ses principaux produits de dégradation. Comme le DDE est plus stable dans l'environnement que le DDT, il est possible d'évaluer grossièrement l'âge des résidus de DDT en fonction des proportions de DDE et de DDT présentes. L'emploi du DDT a été limité au Canada (et dans la plupart des pays occidentaux) au début des années 1970, mais il est encore utilisé à grande

échelle dans d'autres pays et continue de pénétrer dans l'environnement canadien à la suite du transport atmosphérique à grande distance. Tous les usages du DDT ont été interdits au Canada à la fin de 1990.

La persistance du produit de dégradation, le DDE, dont l'existence était peu reconnue durant les premières années d'utilisation du DDT, provoque sa bioaccumulation dans les tissus biologiques et sa bioamplification au fur et à mesure de sa progression dans les chaînes trophiques aquatiques. Ce composé est stocké dans les tissus adipeux des poissons, des oiseaux et des mammifères, et même des humains. Le DDE a été accusé d'être la cause de l'amincissement des coquilles d'œufs chez de nombreux oiseaux piscivores et s'est avéré capable de causer la stérilité, d'altérer l'équilibre hormonal chez les embryons d'oiseaux et d'autres animaux sauvages, et de modifier l'activité enzymatique hépatique chez bien des organismes.

2.5. DIELDRINE

La dieldrine fait partie d'un groupe d'insecticides organochlorés synthétiques dont l'usage était très répandu dans les années 1960 et 1970 pour lutter contre les insectes nuisibles des cultures dans le sol et sur les pelouses (entre autres, sur les terrains de golf). La plupart des utilisations de la dieldrine, sauf dans la lutte contre les termites, ont été graduellement interdites au Canada dans les années 1970. Toutes les utilisations de la dieldrine sont interdites depuis la fin de 1995.

En plus d'être elle-même un insecticide, la dieldrine est un métabolite de l'aldrine, un composé apparenté qui était lui aussi répandu sur le sol et les plantes pour lutter contre les insectes. La dieldrine, qui est persistante, est bioaccumulée dans les organismes aquatiques, ce qui explique qu'elle est encore présente dans bien des échantillons environnementaux. L'aldrine et la dieldrine sont toutes deux toxiques et elles ont été mises en cause dans de nombreux cas de mortalité faunique. La dieldrine, en particulier, a été liée à la mort de pygargues à tête blanche adultes dans le bassin des Grands Lacs.

2.6. MIREX

Bien qu'il ait déjà été utilisé aux États-Unis, le mirex n'a jamais été homologué comme pesticide au Canada. Cependant, sous le nom de déchlorane, il a eu d'autres usages au Canada et aux États-Unis, par exemple : agent ignifuge dans les plastiques, fumigène dans les pièces pyrotechniques, agent antisalissures dans les peintures, produit rodenticide et antioxydant, et diverses autres applications industrielles. En 1978, l'importation, la fabrication et la transformation du mirex ont été interdites au Canada pour tout usage susceptible d'entraîner sa dispersion dans l'environnement. Les principales sources du mirex pénétrant dans l'environnement canadien sont deux installations américaines qui déversent leur effluents dans des rivières tributaires du lac Ontario, et des décharges de produits chimiques toxiques situées dans le bassin de ce même lac. Exposé à la lumière solaire, le mirex se transforme lentement en photomirex, qui est lui aussi toxique.

Le mirex est un produit chimique très persistant. Il est insoluble dans l'eau et non volatil. Il s'adsorbe facilement sur les matières organiques du milieu aquatique et peut être bioaccumulé par les organismes aquatiques. La toxicité chronique du mirex vient du fait qu'il n'est métabolisé

que partiellement et qu'il est éliminé lentement. Le mirex s'est révélé capable de causer des problèmes de reproduction chez certains oiseaux et le cancer chez des animaux de laboratoire.

2.7. HEXACHLOROBENZÈNE

L'hexachlorobenzène (HCB) est un sous-produit de plusieurs procédés de chloration industrielle qui sont souvent associés aux usines de fabrication du chlore et de la soude caustique. C'est l'un des organochlorés les plus volatils, ce qui explique sa vaste distribution; par ailleurs, il est aussi très liposoluble, donc bioaccumulé facilement. De 1948 à 1972, le HCB était utilisé en enrobage des semences de plusieurs cultures pour prévenir les maladies fongiques. Bien que le HCB ne soit plus utilisé commercialement au Canada depuis 1972, il est encore libéré en petites quantités dans l'environnement comme sous-produit de la fabrication et de l'utilisation des solvants et pesticides chlorés. Toutes les utilisations du HCB comme pesticide ont été interdites au Canada à la fin de 1981.

L'hexachlorobenzène peut interférer avec les enzymes qui régularisent la production de l'hémoglobine, une des composantes du sang, et supprimer certaines composantes du système immunitaire. Le HCB peut aussi toucher le système nerveux, le foie et le système reproductif de divers organismes aquatiques; de plus, il s'est avéré capable de provoquer le cancer chez des animaux de laboratoire.

2.8. TOXAPHÈNE

Le toxaphène est en fait un mélange complexe de beaucoup de composés différents (polychlorocamphènes). Il peut y avoir jusqu'à 32 768 isomères de toxaphène. Les méthodes d'analyse types utilisés ne permettent actuellement de déceler qu'environ 150 à 200 de ces divers isomères. Le toxaphène est un pesticide à large spectre qui a été utilisé au Canada jusqu'en 1980 contre les insectes nuisibles et dans des programmes expérimentaux d'éradication de poissons. À cause de sa volatilité, il peut être disséminé largement dans l'atmosphère et, comme les autres hydrocarbures chlorés, il est facilement bioaccumulé.

Le toxaphène est un toxique aigu chez les poissons, mais sa toxicité est moindre pour les mammifères. Il a cependant été dénoncé comme étant un agent cancérigène pour les animaux et on le soupçonne d'être responsable d'un certain nombre d'hécatombes d'oiseaux dans les régions où il a été utilisé.

3. HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES

(benzo(α)pyrène)

Les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) sont un groupe de composés aromatiques d'origine naturelle ou anthropique. Certains d'entre eux sont des composantes du pétrole qui peuvent être libérées durant un déversement ou une infiltration naturelle de pétrole. Les autres sont les sous-produits d'une combustion incomplète – entre autres, dans les incinérateurs municipaux et industriels, les systèmes d'échappement des autos, les feux de forêts et de brousse et les fonderies et raffineries en exploitation. Certains d'entre eux peuvent être introduits directement dans l'environnement – par exemple, la créosote utilisée pour préserver

les pilotis des quais. Certains des HAP sont produits naturellement par des plantes, des bactéries et des champignons.

Selon leur constitution, les HAP peuvent être dits HAP de faible masse moléculaire ou de masse moléculaire élevée. La pression de vapeur des HAP et leur solubilité dans l'eau varient en fonction de leur masse moléculaire et de leur structure physique.

Les HAP se concentrent habituellement près de sources ponctuelles précises. La plupart des HAP qui pénètrent dans le milieu aquatique sont localisés dans les fleuves, les rivières, les lacs, les estuaires et les eaux marines côtières, et leur concentration a tendance à diminuer rapidement en fonction de la distance de la source. Il y a habituellement une relation directe entre la concentration des HAP dans le milieu aquatique et le niveau d'industrialisation ou d'urbanisation du bassin versant.

Les HAP introduits dans l'environnement sont habituellement liés à des particules, le plus souvent de suie (particules de carbone). Les décharges, en milieu aquatique ou terrestre, peuvent constituer localement des apports importants, mais les retombées atmosphériques sont aussi une voie importante de pénétration des HAP dans le milieu aquatique.

ANNEXE CARTOGRAPHIQUE

- Carte 1. Sites d'altération physique des habitats dans la zone d'étude.
- Carte 2. Principales sources locales de contamination dans la zone d'étude.