

142

La gestion de l'eau au Québec

SURF271

AUD6212-07-00

Le Saint-Laurent marin Connaissances et interventions environnementales : 1993 - 1998

Institut Maurice-Lamontagne
Centre de recherche en sciences de la mer



Pêches et Océans Fisheries and Oceans
Canada Canada

Canada



Le Saint-Laurent marin
Connaissances et interventions
environnementales : 1993 - 1998

Institut Maurice-Lamontagne
Centre de recherche en sciences de la mer
Pêches et Océans Canada

ÉQUIPE DE RÉALISATION

Édition

Nathalie Simard

Planification et gestion

Marie-France Dalcourt
Viviane Haerberlé
Daniel Le Sauteur
Nathalie Simard
Gordon Walsh

Rédaction et révision

Élaine Albert
Richard Bailey
Christian Bélanger
Sophie Bérubé
Howard Browman
Catherine Couillard
Line Choinière
Daniel G. Cyr
Marie-France Dalcourt
Danielle Dorion
Patrick Dupont
Jacques A. Gagné
Dominique Gascon
Denis Gilbert
Michel Gilbert
Charles Gobeil
Claude Guay
Viviane Haerberlé
Mike Hammill
Daniel Hardy
Michel Harvey
Michael C. Kingsley
Bernard Labrecque
Pierre Larouche
Lucie Lavigreur
Michel Lebeuf

Judith Leblanc
Kenneth Lee
Denis Lefaivre
Véronique Lesage
Daniel Le Sauteur
Maurice Levasseur
Lena Measures
Jean Morisset
Jean Munro
Lucie Pagé
Bernard Pelchat
Jean Piuze
Jean-Yves Poudrier
Lizon Provencher
Claude Rouleau
Jean-François St-Pierre
François J. Saucier
Nathalie Simard
Yvan Simard
Bernard Tessier
Jean-Claude Therriault
Gilles-H. Tremblay
Alain F. Vézina
Gordon Walsh

Révision finale

Daniel Le Sauteur
Jean Piuze
Lizon Provencher

Graphisme

Geneviève Raboin (Declic Design)

Illustrations de la page couverture et des premières pages de chapitres

Grant Mathieu

PARTENAIRES ET COLLABORATEURS

La réalisation des études et des interventions présentées dans ce document a été possible grâce à la participation de nombreux partenaires et collaborateurs de l'Institut Maurice-Lamontagne. Ces derniers proviennent notamment de plusieurs secteurs du ministère des Pêches et des Océans de la région Laurentienne, de ministères fédéraux et provinciaux, d'universités canadiennes et étrangères, d'instituts de recherche, d'organismes non gouvernementaux, d'associations locales, de municipalités régionales de comté, de diverses collectivités, de même que d'un grand nombre de particuliers. Nous les remercions tous de leur contribution.

On devra citer la publication comme suit :

Institut Maurice-Lamontagne. Le Saint-Laurent marin. Connaissances et interventions environnementales : 1993-1998. Édité par N. Simard. Mont-Joli, Québec : IML, Pêches et Océans Canada, Région Laurentienne, 1999. 70 p.

AVANT-PROPOS

De tout temps, les riverains du Saint-Laurent ont été fascinés par la richesse et la beauté de cette mer intérieure que constituent l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent. Les scientifiques s'affairent depuis longtemps à en percer les secrets, mais malgré de nombreux travaux de recherche réalisés sur le Saint-Laurent marin au cours du vingtième siècle, le défi reste formidable. En effet, il y a à peine dix ans, force était de constater que les informations scientifiques sur le Saint-Laurent marin demeuraient limitées et très éparées. Depuis, les efforts des scientifiques et des gestionnaires de l'environnement marin, combinés au savoir traditionnel des usagers du Saint-Laurent, ont permis de graduellement mieux comprendre la complexité de cet écosystème. La mise en commun de l'ensemble des connaissances sur le Saint-Laurent marin permettra de mieux le protéger à l'avenir et de s'assurer ainsi que les générations futures puissent également profiter de sa richesse.

Le Saint-Laurent marin - Connaissances et interventions environnementales : 1993-1998 présente des résultats pour une période durant laquelle l'Institut Maurice-Lamontagne (IML) du ministère des Pêches et des Océans (MPO), en plus de mener ses programmes scientifiques réguliers, a participé à plusieurs programmes spéciaux portant sur le milieu marin. Ainsi, le *Plan d'action Saint-Laurent Vision 2000*, qui vise à redonner l'usage du Saint-Laurent à la population par la conservation et la protection de son écosystème, a permis l'acquisition de nombreuses connaissances nouvelles sur des aspects peu connus du Saint-Laurent marin. Parallèlement à ces projets de recherche, plusieurs initiatives de conservation, de restauration et de mise en valeur de certains milieux ont été réalisées par les collectivités côtières avec l'appui de Pêches et Océans Canada. De même, le programme du MPO sur les produits chimiques toxiques, qui vise à mieux connaître la distribution et les effets biologiques des contaminants, a permis d'en arriver à un portrait plus précis de l'état de santé du Saint-Laurent. Par ailleurs, il importe de mentionner que le présent ouvrage ne couvre pas les activités de l'IML dans les domaines de la

recherche sur les stocks de poissons et d'invertébrés marins et de l'évaluation de ces biomasses. Les résultats de ces travaux sont rapportés dans diverses autres publications disponibles auprès de l'IML.

Plusieurs des résultats issus des programmes de l'IML sur l'environnement marin ont aussi déjà fait l'objet de publications dans des revues scientifiques, mais ces dernières sont souvent peu accessibles à un public non spécialisé. En regroupant et en vulgarisant ces informations, et en les présentant dans un même ouvrage, nous avons voulu faciliter et élargir leur diffusion. Cette publication s'adresse donc à tous, au grand public comme aux gestionnaires de l'environnement ou à toute personne intéressée par un aspect ou l'autre du milieu marin. Elle propose un portrait global de la contribution du MPO aux principaux résultats des programmes environnementaux liés au Saint-Laurent marin de 1993 à 1998. On y trouvera également de l'information sur l'orientation future des programmes du MPO, particulièrement dans le cadre de la *Loi sur les océans* et de la participation du ministère à la phase III du *Plan d'action Saint-Laurent Vision 2000*.

Bonne lecture!

Jean Boulva
Directeur régional
Sciences

Jean Piuze
Directeur régional
Océans



L'Institut Maurice-Lamontagne (IML) est l'un des dix centres de recherche de Pêches et Océans Canada. Il est situé à Mont-Joli, au Québec, et a été inauguré en 1987. L'IML regroupe plusieurs volets d'activités scientifiques : la recherche sur les pêches, l'océanographie, l'étude de l'environnement marin, l'hydrographie et la gestion de l'habitat du poisson et de la zone côtière.

TABLE DES MATIÈRES

Équipe de réalisation	iii
Partenaires et collaborateurs	iii
Avant-propos	v
Table des matières	vii
Introduction	1
Habitats côtiers	3
Que sont les habitats côtiers ?	
Les barachois de la Gaspésie : des habitats écologiquement riches	
Havre aux Basques : une lagune... une route	
Du nouveau sur les habitats de la Côte-Nord	
Mieux connaître pour mieux agir	
Un plan de réhabilitation pour le barachois de New Carlisle	
Baie-Comeau : un parc où humains et poissons cohabitent	
Bonaventure : réintroduire l'eau salée, au gré des marées	
Rivière-du-Loup : quand la mer veut prendre le pas sur la terre	
Glossaire*	
Références	
Implication communautaire	13
Les communautés sont consultées	
Les comités ZIP	
La communauté veut apprendre et agir	
On fait le ménage !	
La communauté impliquée dans la gestion intégrée de la zone côtière	
Un projet-pilote en Haute-Côte-Nord	
Mise en valeur de la zone côtière dans la baie de Cascapédia	
Un atelier sur l'implication communautaire à Gaspé	
Glossaire*	
Références	
Milieu marin	21
Le «système météo» du Saint-Laurent	
Un nouvel atlas des courants de marée de l'estuaire du Saint-Laurent, de Cap de Bon-Désir à Trois-Rivières	
Le transport du carbone dans les océans	
Les variations de températures dans le golfe du Saint-Laurent	
Les rayons ultraviolets ont-ils des effets néfastes sur les organismes marins ?	
Les pêcheurs à la fascine aident les scientifiques	
Glossaire*	
Références	

Mammifères marins 29

Comment se portent les bélugas du Saint-Laurent ?
Le statut de la population de bélugas du Saint-Laurent
Le plan de rétablissement du béluga du Saint-Laurent
La mise en œuvre du plan de rétablissement
Relevés aériens des cétacés dans la golfe du Saint-Laurent
Les phoques de l'estuaire du Saint-Laurent
Le phoque commun
Mieux comprendre les baleines grâce à l'hydroacoustique
Qu'est-ce qu'un front ?
Les échouages de mammifères marins dans le Saint-Laurent
La santé des mammifères marins
Glossaire*
Références

Contaminants 41

Suivi des contaminants dans les sédiments du Saint-Laurent marin
Suivi des contaminants dans les organismes marins
Transfert des contaminants aux organismes benthiques et aux poissons de fond
Effets des contaminants sur la santé des poissons
Développement de nouvelles techniques
La barge Irving Whale
Glossaire*
Références

Gestion des écosystèmes marins 55

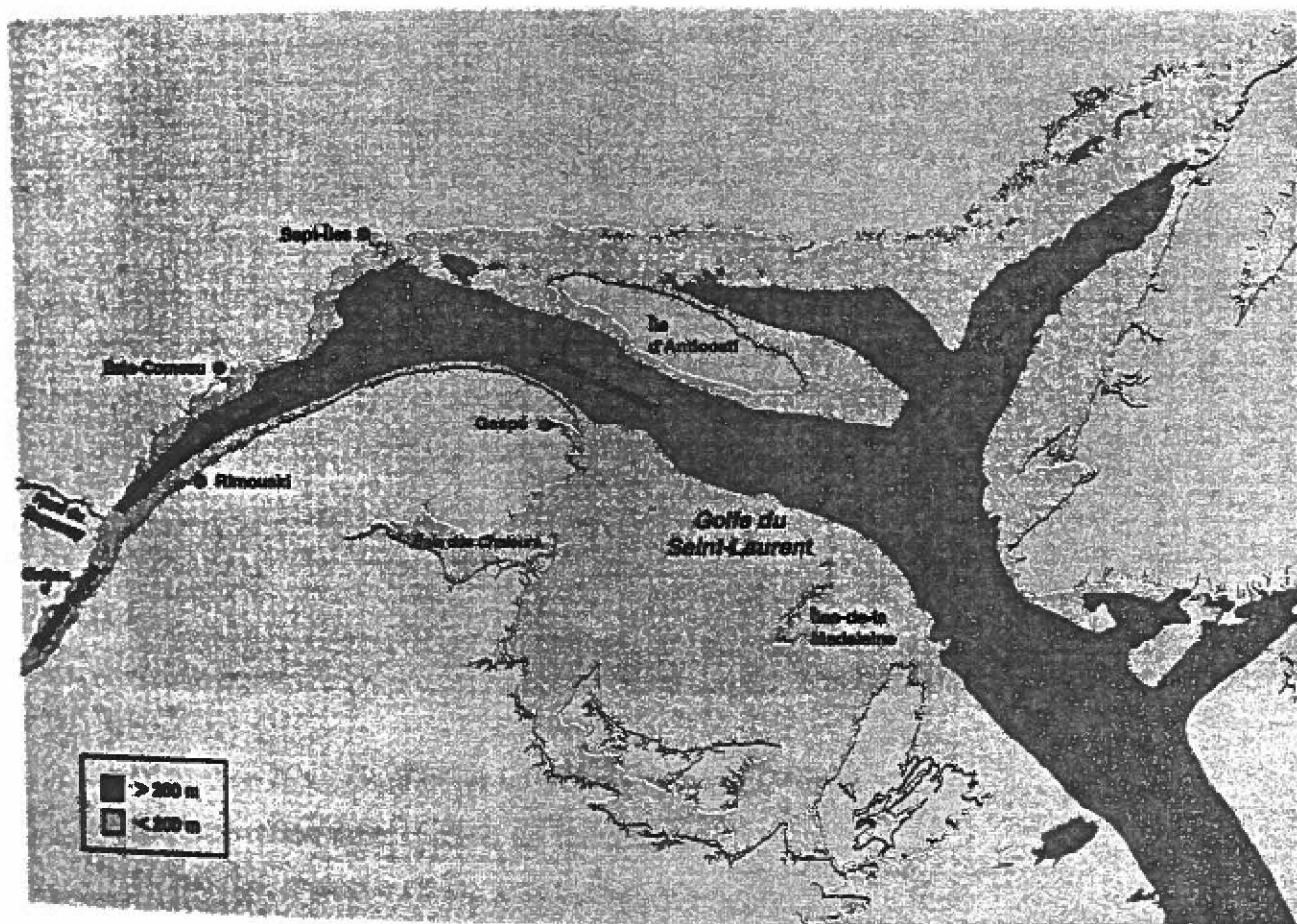
La protection de l'habitat du poisson
Urgences environnementales
Le déversement des eaux de lest des navires étrangers dans le Saint-Laurent marin représente un risque d'introduction d'espèces non indigènes
Le risque d'introduction et de transfert d'organismes par l'aquiculture
Rejets en mer
Réseau de surveillance des algues toxiques pour la protection de la santé humaine
Système d'information pour la gestion de l'habitat du poisson
Système national d'information sur les contaminants
Système de gestion des données océanographiques
Système d'information sur les niveaux des eaux côtières et océaniques
Les niveaux d'eaux
Des satellites pour une vision globale du Saint-Laurent
Programme du MPO sur les produits chimiques toxiques
Loi sur les océans
Une phase III pour le plan d'action Saint-Laurent
Observatoire du Saint-Laurent
Glossaire*
Références

* Les termes techniques et scientifiques sont définis à la fin de chaque chapitre.

INTRODUCTION

De 1993 à 1998, l'Institut Maurice-Lamontagne (IML) du ministère des Pêches et des Océans (MPO), région Laurentienne, en plus de mener ses programmes scientifiques réguliers, a participé à différents programmes spéciaux tels le *Plan d'action Saint-Laurent Vision 2000* (SLV 2000), le *Programme du MPO sur les produits chimiques toxiques* et le *Programme de recherche et de développement énergétiques*. Le travail des scientifiques de l'IML a permis l'acquisition de nouvelles connaissances sur l'environnement marin du Saint-Laurent. De nombreuses interventions sur le milieu ont aussi été effectuées par l'IML comme partenaire actif de SLV 2000 ou comme collaborateur à des initiatives communautaires. Tous ces programmes environnementaux ont généré une quantité importante d'informations scientifiques que le MPO souhaite rendre plus accessibles aux gestionnaires de l'environnement et au grand public.

La présente publication fournit donc un portrait global de la contribution du MPO à la conservation et à la protection des espèces et des habitats, au soutien apporté aux intervenants du milieu et à la connaissance environnementale du Saint-Laurent marin de 1993 à 1998. Ce document présente également les résultats des programmes de recherche et des activités de gestion en cours reliés à l'écosystème marin et permet de faire valoir l'importance de poursuivre le développement d'outils d'intervention sur le milieu. Enfin, on présente l'orientation future des programmes environnementaux, notamment les initiatives découlant de la *Loi sur les océans*, le *Programme du MPO sur les produits chimiques toxiques* et la participation du MPO à la phase III du *Plan d'action Saint-Laurent*. L'ensemble de ces informations est présenté en six chapitres intitulés Habitats côtiers, Implication communautaire, Milieu marin, Mammifères marins, Contaminants et Gestion des écosystèmes marins.



Estuaire moyen, estuaire maritime et golfe du Saint-Laurent.

côtiers

faits saillants

Études de caractérisation et actions réalisées dans le Saint-Laurent marin

Les barachois de la Gaspésie : des habitats écologiquement riches

La lagune du Havre aux Basques deviendra-t-elle un milieu d'eau douce?

Du nouveau sur les habitats de la Côte-Nord



Le plan de réhabilitation du barachois de New Carlisle

La restauration du barachois de Bonaventure

La création d'une zosténaie à Baie-Comeau

À la recherche d'une solution écologique : le cas de la baie de Rivière-du-Loup

SITE	CONNAISSANCES ACQUISES										CONSTAT	ACTION ¹		
	Milieu physique					Milieu biologique								
	géomorphologie	hydrodynamique	physico-chimie	sédiments	végétation	plancton	benthos	poissons	mammifères marins	oiseaux	usages du milieu	stress environnementaux		
GASPÉSIE ET LES DÉLTA-MAGÉLAIN														
Lagune du Havre aux Basques	x	x	x	x	x	x	x	x		√	x	x	réouverture de la lagune serait coûteuse	PR
L'île du Havre-Aubert														N
Le bassin (baie) Saint-Jacques														N
Estuaire de la Grande Rivière	x	x						x			x	x	obstacles à la montaison de l'éperlan	N + aménagements
Barachois de New Richmond	x	x	x	x	x	x	x	x		√	x	x	besoin de protection	PPMV
Barachois de Bonaventure	x	x	x	x	x	x	x	x			x	x	bassin nord-ouest semi-fermé	R + suivi environn.
Barachois du Grand Pabos	x	x	x	x	x	x	x	x			x	x	contamination bactériologique des myes	C eaux usées + N
Barachois de Malbaie	x	x	x	x	x	x	x	x			x	x	habitats riches et diversifiés	PPMV + INT
Barachois de Paspébiac	x	x	x	x	x		x	x		√	x	x	bassin ouest semi-fermé	PPMV + R
Barachois de New Carlisle	x	x	x	x	x		x	x		√	x	x	bassin ouest semi-fermé, contamination	PR
Barachois de Carleton	x	x			x	x		x					peu utilisé pour le frai du hareng	
Baie des Capucins	x	x	x	x	x	x	x	x		√	x	x	marais salé unique dans le secteur	PPMV
Baie de Gaspé	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	x	x	habitats importants à protéger	PPMV
Pointe Verte	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	habitats riches et diversifiés	PPMV
Baie de Caspédia	√	√	x	x	x	√	x	x		√	x	x	potentiel d'augmenter la diversité	RA + PG
CÔTE-NORD ET ANTICOSTI														
Pointe-aux-Outardes	x	x	x	x	x	x	x	x		√		x	habitats riches et diversifiés, érosion	PPMV + C érosion
Baie des Sept Îles		x			x			x			x	x	zosténaie, frayères à hareng et éperlan	PPMV
Banc de Portneuf	x	x			x	x	x	x		x	x	x	pressions: VTT, eaux usées, dépotoirs	PPMV
Baie Laval	x	x			x	x	x	x		x	x	x	habitats riches et diversifiés	PPMV
Baie Comeau	x	x	x	x	x			√		√	x	x	perturbation de l'habitat du poisson	ZOST
Estuaire de la Manicouagan	x	x	√	x	x	√	√	√	x	x	x	x	grande diversité d'habitats et d'espèces	PPMV
Tributaires ZIP 18		x	x	x	x			x			x	x	2 frayères d'éperlan répertoriées	PPMV
Les Escoumins à Betsiamites	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	x	x	potentiel de gestion intégrée	PG
Baie Ellis (Anticosti)	x	x	x	x		x	x				x	x	habitat sain	PPMV
SAGUENAY ET BAS-SAINT-LAURENT														
Saguenay								x			x		frayères, pression de pêche	PPMV
Passé de l'île aux Lièvres								x	x	x			grande richesse faunique	recom. pour PPMV
L'Isle-Verte			x		x			x					site potentiel pour le frai du hareng	essai d'incubation
Rivière-du-Loup	x	x		x	x						x		marais en érosion	parc à sédimentation
Marais à spartines (guide)	√	√			√			√		√	√	√	potentiel d'aménagements	restauration future?

√ : information issue de la littérature
 x : information issue de travaux de terrain
 VTT : véhicule tout-terrain
 ZIP 18 : zone d'intervention prioritaire
 Rive nord de l'estuaire maritime

¹ Légende

C : contrôle
 INT : intendance privée ou publique
 PG : plan de gestion
 PPMV : plan de protection et de mise en valeur
 PR : plan de restauration
 R : restauration
 RA : récifs artificiels
 N : nettoyage des berges
 ZOST : plantation de zostères

TABEAU 1-1 Sommaire des études de caractérisation et des actions réalisées dans le Saint-Laurent marin de 1993 à 1998.

LES BARACHOIS DE LA GASPÉSIE : DES HABITATS ÉCOLOGIQUEMENT RICHES

La baie des Chaleurs, qui borde le littoral sud de la Gaspésie, possède la particularité d'être parsemée de barachois. Les barachois sont des plans d'eau en partie isolés de la mer par de longues flèches de sable et ils communiquent avec elle par une brèche plus ou moins large appelée passe ou grau. Propices au développement de marais salés et d'herbiers de zostères (une plante d'eau salée), ces milieux sont uniques, écologiquement riches et en constante évolution. Avec de telles caractéristiques, il n'est pas étonnant que de nombreuses études leur aient été consacrées. Les résultats obtenus ont d'ailleurs confirmé que plusieurs espèces de poissons et d'autres formes de vie marine viennent dans les barachois pour s'y nourrir, reproduire, vivre et grandir. Certains barachois abritent d'importants bancs de mollusques. Les barachois sont aussi très fréquentés par la sauvagine, les échassiers et les oiseaux de rivage. Par ailleurs, ces plans d'eau abrités se sont également révélés de bons habitats pour les humains qui voyaient en eux des havres naturels pour les bateaux de pêche et des sites propices à divers développements. Au cours de leur histoire, les barachois ont subi diverses modifications qui ont eu des effets plus ou moins néfastes; les plus courantes sont les endiguements, les déversements d'eaux usées domestiques et industrielles, le dépôt de déchets domestiques et les remblayages. De nos jours, les barachois sont de plus en plus reconnus pour leur valeur écologique et plusieurs groupes locaux s'activent à les conserver, les restaurer et les mettre en valeur. Des exemples de projets seront présentés dans ce chapitre.



Embouchure de la rivière Rapide dans la baie des Sept Îles.

HAVRE AUX BASQUES : UNE LAGUNE... UNE ROUTE

En 1956, la construction de la route 199 aux Îles-de-la-Madeleine a bloqué les échanges d'eau entre la mer et le côté est de la lagune du Havre aux Basques. D'ailleurs, à peine la route était-elle construite que l'on reconnaissait que l'isolement du bassin était peut-être une erreur. Les études de caractérisation de la lagune du Havre aux Basques comptent parmi les plus importantes réalisées depuis la fin des années 1980. On y a constaté les effets de la réduction des échanges d'eau entre la lagune et la mer sur les caractéristiques de l'habitat du poisson. Les plus frappants sont l'augmentation des écarts de température de l'eau, la diminution de la salinité, l'élévation du niveau d'eau et l'absence de marée. La lagune du Havre aux Basques présente donc de moins en moins les caractéristiques d'un milieu marin. Les marais à spartines, une plante qui croît dans ces milieux salins, pourraient ainsi régresser et laisser la place à une flore des milieux d'eau douce et terrestre. De plus, étant donné que la température de l'eau dans la lagune peut maintenant atteindre de 23 à 25°C en été, elle n'offre plus les conditions optimales à la croissance de la zostère.

À long terme, puisque des habitats particulièrement importants pour la faune aquatique marine pourraient être menacés, on pense que la transformation de la lagune en milieu d'eau douce ou saumâtre ne serait pas souhaitable. Cependant, les coûts importants nécessaires à la réalisation des travaux constituent le principal frein à la réouverture de la lagune.

DU NOUVEAU SUR LES HABITATS DE LA CÔTE-NORD

Plusieurs baies de la Côte-Nord, abritées des vents et des vagues, constituent souvent d'excellents habitats. Par exemple, la baie des Sept Îles est très utilisée par les poissons. En effet, une zosténaie de 4 km² a été localisée dans cette baie. Ceci est loin d'être banal car les bancs de zostères comptent parmi les habitats marins les plus intéressants pour le poisson. Ils offrent des abris, de la nourriture et parfois des aires de reproduction. De plus, quatre sites de frai de l'éperlan situés dans quatre tributaires de la baie ont été caractérisés. Bien que la baie des Sept Îles ait subi des modifications importantes par les installations industrielles et portuaires qui la bordent, sa caractérisation a révélé la qualité et la diversité de ses habitats.

Plus à l'ouest, dans la baie Laval située près de Forestville, une diversité étonnante de milieux a été répertoriée, notamment des marais, une zosténaie, un herbier de laminaires, une rivière à saumon ainsi qu'une héronnière. On y retrouve également le plus important banc de myes de la Côte-Nord et une abondance notable de l'omble de fontaine anadrome, communément appelée truite de mer. Cette diversité d'habitats illustre bien la richesse écologique de la baie Laval.

MIEUX CONNAÎTRE POUR MIEUX AGIR

En résumé, les études de caractérisation ont tantôt mis à jour la richesse de certains milieux, tantôt cerné des situations appelant des actions plus élaborées. Mieux connaître, c'est mieux comprendre la valeur écologique et économique des habitats côtiers, ce qui incite les gouvernements et les intervenants locaux à en assurer la protection ou la restauration. On assiste d'ailleurs de plus en plus au développement de plans de mise en valeur qui tiennent compte des besoins de protection des habitats et des paysages naturels, tout en permettant aux populations d'en développer le potentiel récréo-touristique.

Dans le cas des milieux fortement perturbés, mais offrant encore un bon potentiel pour les espèces marines, il faut songer à la restauration. Le premier pas est alors d'enrayer les sources de pollution qui peuvent constituer un stress pour l'habitat visé. Si des travaux complémentaires sont nécessaires, on effectue des études de faisabilité technique et socio-économique, afin de déterminer le type de travaux qui permettraient l'amélioration du milieu de même que les coûts impliqués. La réalisation comme telle des travaux de restauration d'un habitat est l'étape nécessitant le soutien de la collectivité, l'intervention de nombreux experts et souvent la recherche de partenaires financiers. Quatre exemples de projets de restauration ou d'expérimentation sont présentés ici.

UN PLAN DE RÉHABILITATION POUR LE BARACHOIS DE NEW CARLISLE

Plusieurs caractéristiques font d'un barachois un bon habitat pour les espèces marines. Parmi celles-ci, la qualité des échanges d'eau qui s'effectuent avec la mer représente un facteur très important. Or, c'est précisément cet aspect qui a été affecté dans le barachois de New Carlisle au fil des activités humaines, réduisant ainsi la capacité de support du milieu pour les organismes marins.

Pour corriger la situation, il a été proposé d'enlever le remblai qui sépare le barachois en deux et qui nuit à la propagation de l'onde de marée.

Durant les travaux de caractérisation du barachois, des analyses de sédiments ont révélé une contamination organique (hydrocarbures pétroliers, BPC) et inorganique (cuivre, mercure, arsenic, plomb) importante à certains endroits.

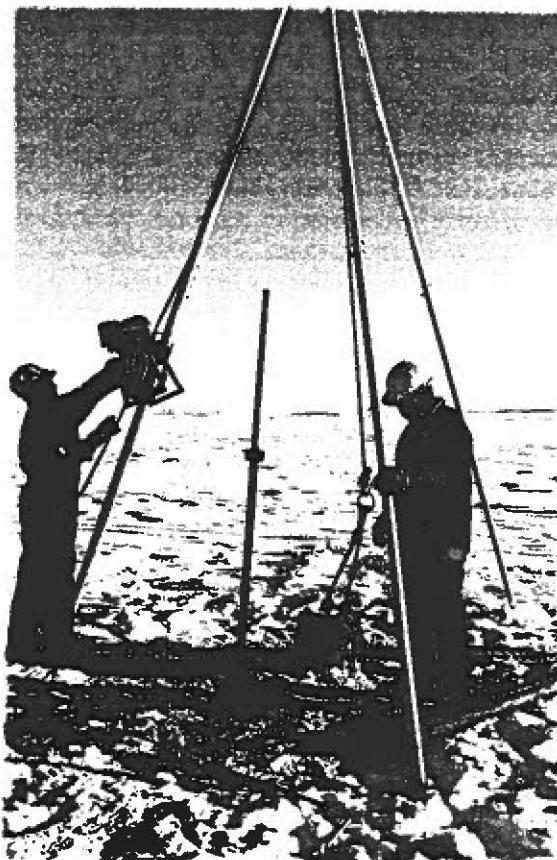


Photo : M.-F. Dalcourt

*Échantillonnage
des sédiments
du barachois
de New Carlisle.*

Puisque la disparition du remblai pourrait entraîner la modification des conditions hydrodynamiques du milieu, il est possible que les sédiments contaminés pourraient alors migrer vers des secteurs non contaminés ou moins contaminés. Afin d'éviter ceci, les sédiments devraient être traités ou retirés du milieu avant la réalisation des aménagements prévus pour la restauration du barachois.

Les sources de pollution, notamment le rejet des eaux municipales, ont été contrôlées. Les sédiments contaminés sont confinés au secteur ouest du barachois et ils ne posent aucun risque imminent pour la santé de la population locale. L'étendue de la contamination des sédiments en superficie et en profondeur a été bien documentée

et différents scénarios ont été envisagés pour le traitement des sédiments.

Les actions futures dépendront de plusieurs contraintes techniques et économiques. Par exemple, la mise en dépôt des sédiments dans un site d'enfouissement réglementaire pourrait s'avérer une solution coûteuse à cause des frais de pré-traitement, d'entreposage et de transport. Un procédé de décontamination a également été envisagé et des essais préliminaires ont été effectués; les coûts et la fiabilité de la méthode doivent cependant être évalués de façon plus précise. Le MPO entend maintenir son appui aux organisations locales et il est prévu que d'autres avenues pour la réalisation du projet de restauration du barachois de New Carlisle soient explorées en collaboration avec des partenaires privés et gouvernementaux.

En résumé, le cas du barachois de New Carlisle démontre à quel point les questions reliées à l'environnement sont complexes et combien il est important d'étudier une situation sous toutes ses facettes avant d'intervenir.

BAIE-COMEAU : UN PARC OÙ HUMAINS ET POISSONS COHABITENT

La baie des Écorces, située dans la baie Comeau dans l'Estuaire maritime, a été longtemps utilisée pour l'entreposage d'écorces par une papetière. En 1995, la municipalité de Baie-Comeau a décidé de convertir cet endroit en parc riverain et a entamé la restauration des lieux. Grâce à une contribution financière du MPO, la ville a pu intégrer dans son schéma d'aménagement les aspects reliés à l'habitat du poisson. À titre d'exemple, un projet de plantation de zostère marine a été réalisé dans une partie de la baie. Il s'agit d'une initiative particulièrement intéressante, seuls quelques essais ayant été réalisés à ce jour au Québec. Les plants ont été prélevés dans un banc naturel de zostères, tout en s'assurant de ne pas affecter le site de prélèvement. L'expérience semble très positive. En effet, les plants de zostères transplantés en juin 1997 ont presque tous survécu et leur croissance a été bonne. Étant donné l'importance écologique de la zostère marine, on espère que ce nouvel habitat profitera à plusieurs espèces de poissons et d'organismes marins.

BONAVENTURE : RÉINTRODUIRE L'EAU SALÉE, AU GRÉ DES MARÉES

Le barachois de Bonaventure en Gaspésie a lui aussi subi l'effet des modifications humaines. Ce barachois est baigné à la fois par les eaux de la rivière Bonaventure et par celles de la baie des Chaleurs. Depuis la construction de la route 132 et d'une route municipale dans les années 1970, l'eau de mer ne pouvait plus circuler librement dans la partie nord-ouest du barachois. La diminution de la salinité de l'eau avait provoqué un appauvrissement graduel de la diversité des espèces marines dans ce secteur. De plus, en raison du déversement des eaux usées municipales de 1908 à 1994, la qualité de l'eau s'était dégradée de façon importante. Afin de tenter de remédier à cette situation, un plan de restauration a donc été élaboré.

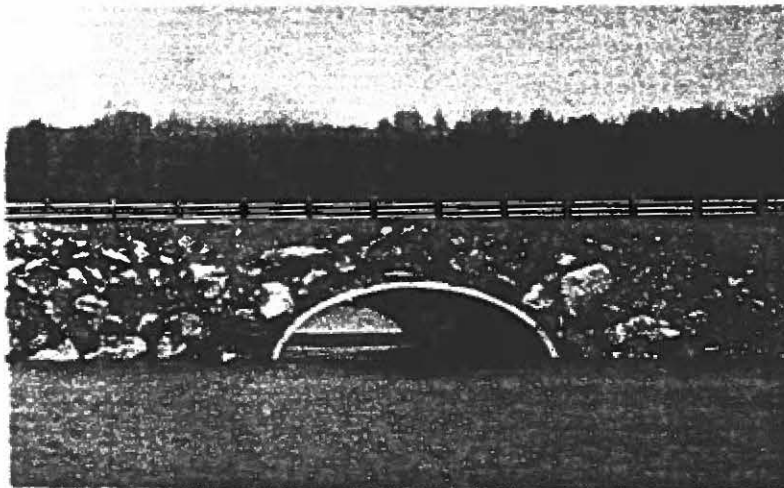


Photo : S. Villeneuve

Vue du ponceau installé sous la route 132.

Les premiers travaux, réalisés en 1995-1996, visaient à rétablir la circulation de l'eau en provenance de la mer : un ponceau de huit mètres de largeur a été installé sous la route 132 et la route municipale a été relocalisée. Les résultats d'un suivi environnemental réalisé à l'automne 1996 ont montré que l'apport d'eau douce, provenant d'un canal artificiel reliant la rivière Bonaventure et le bassin visé par la restauration, restait trop important par rapport à l'apport d'eau salée. Des travaux supplémentaires ont été effectués en 1998 pour fermer ce canal et ainsi recréer un milieu marin dans le bassin. Par la suite, des mesures biologiques et physiques de suivi seront effectuées afin de vérifier si les derniers travaux réalisés ont apporté les résultats attendus.



Photos - M. J. Doléant

Zostère marine à la marina de Bonaventure.

RIVIÈRE-DU-LOUP : QUAND LA MER VEUT PRENDRE LE PAS SUR LA TERRE

Lorsqu'on longe la baie de Rivière-du-Loup par l'autoroute Jean-Lesage (autoroute 20), il est possible d'apercevoir des arcs de béton sur l'estran à marée basse, alors qu'à marée haute, on peut constater à quel point l'eau est près de la route. Au rythme où vont les choses, il pourrait ne rester que quelques années avant que le Saint-Laurent ne baigne l'autoroute. Le marais est en érosion! Divers experts ont vu l'opportunité de tenter l'expérience d'un parc à sédimentation. Le principe d'un tel parc est de retenir les sédiments en suspension, de faire en sorte qu'ils se déposent à l'intérieur d'un enclos constitué par des structures de béton et d'obtenir ainsi une accumulation sur le fond qui pourrait permettre au marais de se reconstituer. Les arcs de béton font partie d'un projet-pilote à petite échelle. Ce projet a permis de constater qu'il était possible de provoquer une accumulation de sédiments. Cependant, des problèmes de taille subsistent. En effet, la création d'un parc qui protégerait l'ensemble de la zone impliquerait des coûts très élevés. La recherche de partenaires financiers et la concertation du milieu et des gouvernements mèneront peut-être à une solution.



Photo - ARGUS inc.

Parc à sédimentation, baie de Rivière-du-Loup.

GLOSSAIRE*

Anadrome : se dit d'un poisson qui migre de l'eau salée à l'eau douce afin d'aller frayer.

Capacité de charge : capacité naturelle maximale d'un habitat à produire et soutenir des organismes vivants.

Estran (zone intertidale) : portion du littoral compris entre les plus hautes et les plus basses mers.



Photo : R. Tremblay

Vue aérienne du barachois de Carleton.

Frai : ponte et fécondation des œufs de poissons et d'animaux aquatiques, ou encore les produits de cette ponte.

Frayère : endroit où la femelle du poisson dépose ses œufs et où le mâle les féconde.

Habitat : partie de l'environnement dans lequel vit un organisme, une espèce, une population ou un groupe d'espèces et dont dépend, directement ou indirectement, la survie des organismes.

Herbier : vaste prairie sous-marine ou milieu aquatique caractérisé par la dominance de végétation flottante, de végétation algale ou de végétation submergée.

Héronnière : lieu où les hérons font leur nid.

Intendance : engagement volontaire des propriétaires privés ou publics à contribuer à gérer leurs terres de façon à protéger, aménager et mettre en valeur les milieux naturels et les espèces

qui s'y trouvent. Cet engagement se traduit, la plupart du temps, par des ententes conclues entre le propriétaire foncier et un organisme de conservation.

Laminaire : algue brune marine dont la partie foliée se présente en longs rubans aplatis.

Mye : mollusque bivalve comestible qui vit enfoui dans le sable, appelé communément «coque» ou «clam».

Plan de gestion : outil de planification qui traduit les enjeux (environnementaux et socio-économiques) et les préoccupations des intervenants concernés, pour un territoire donné, en actions à entreprendre pour assurer la meilleure combinaison possible de mesures de conservation, d'utilisation durable des ressources et de développement économique.

Plan de mise en valeur : plan qui définit les actions à entreprendre pour mettre en valeur un milieu naturel. Ces actions peuvent se situer au niveau des habitats (par exemple l'aménagement de frayères et de récifs artificiels et végétalisation) ou au niveau récréotouristique (par exemple l'aménagement de sentiers et de belvédères).

Plan de protection : plan qui définit les actions à entreprendre pour protéger un milieu naturel (instauration de statuts de protection fédéraux, provinciaux ou municipaux, projets d'intendance ou autres mesures appropriées).

Plan de restauration : plan qui définit les actions à entreprendre pour rétablir les caractéristiques naturelles (aspects chimiques, physiques et biologiques) d'un habitat qui a subi des modifications d'origine humaine ayant entraîné une perte en terme de productivité ou de biodiversité.

Spartine : plante aquatique de la famille des graminées qui pousse dans les marais salés.

Suivi environnemental : étude des caractéristiques physiques, chimiques et biologiques d'un habitat, suite à un projet de restauration ou de mise en valeur, afin d'évaluer les gains environnementaux et l'atteinte des objectifs visés par le projet.

* Les termes ont été définis en fonction de leur utilisation dans le texte.

RÉFÉRENCES

- Asselin, S., C. Harvey, A. Boudreault et Y. Ropars. 1995. Havre aux Basques, étude de la réouverture de la lagune : évaluation des enjeux environnementaux et complément d'étude technique. Rapport présenté par le Groupe-conseil Génivar inc., Division environnement Shooner, et Travaux publics et Services gouvernementaux Canada au ministère des Pêches et des Océans, Division de la gestion de l'habitat du poisson, 116 p. + annexes.
- Biorex. 1997. Caractérisation biophysique du barachois de New Carlisle avant sa restauration. Rapport de Biorex inc. présenté au Comité de développement de New Carlisle, x + 78 p. + annexes.
- Biorex. 1997. Caractérisation du barachois de Bonaventure après la réouverture du bassin nord-ouest. Rapport de Biorex inc. présenté à l'Association pour la revalorisation du Barachois de Bonaventure, i + 70 p.
- Calderón, I. 1996. Caractérisation des habitats du poisson de la baie des Sept Îles : phase II. Rapport préparé par la Corporation de protection de l'environnement de Sept-Îles et présenté à Pêches et Océans Canada, 37 p.
- Les Consultants en environnement Argus inc. 1997. Restauration du marais de Rivière-du-Loup et protection de l'autoroute Jean-Lesage. Étude de faisabilité. Rapport préliminaire présenté à Pêches et Océans Canada, 61 p.
- Naturam environnement. 1997. Étude d'aménagement des habitats du poisson et de la faune avienne de la baie Comeau. Rapport de Naturam environnement présenté à la Société des parcs de Baie-Comeau, 84 p. + annexes.
- Naturam environnement. 1996. Caractérisation complémentaire des habitats côtiers et marins de la baie Laval. Rapport présenté à la Corporation de développement de la baie Verte, 30 p. + annexes.

Photo : Pêches et Océans Canada



Chemin Caen, remblai du barachois de New Carlisle.

implication **communautaire**



faits saillants

**Le programme Zones
d'intervention prioritaire (ZIP)
relève le défi de la concertation**

**Projets de nettoyage réalisés
par les communautés locales**

**Gestion intégrée de la zone
côtière : un projet-pilote en
Haute-Côte-Nord**

**Un jardin marin dans
la baie de Cascapédia**

LES COMMUNAUTÉS SONT CONSULTÉES

Traditionnellement, la gestion des activités et des ressources de la zone côtière était principalement assumée par les divers paliers de gouvernements en fonction de leurs mandats respectifs. Cependant, les temps ont changé et de nouvelles façons de faire ont vu le jour. Parmi elles, mentionnons l'implication communautaire. En effet, même si les groupes communautaires ont toujours existé, ce n'est que récemment qu'ils sont devenus les partenaires privilégiés des gouvernements en matière d'environnement. Un des grands pas dans la reconnaissance de l'action communautaire s'est effectué dans le cadre de l'entente fédérale - provinciale *Saint-Laurent Vision 2000*. Les partenaires gouvernementaux ont en effet appuyé la mise en place de comités représentatifs des diverses régions du Saint-Laurent (comités pour les *Zones d'intervention prioritaire* - ZIP) et ont mis sur pied un programme de soutien financier pour des projets issus des collectivités. Ce programme a principalement mis sur les projets d'action, mais a aussi encouragé la réalisation d'études, lorsqu'elles s'avéraient nécessaires pour définir les actions requises.

LES COMITÉS ZIP

Le programme *Zones d'intervention prioritaire* (ZIP) a été mis sur pied et réalisé dans le cadre du *Plan d'action Saint-Laurent Vision 2000*. Sous l'égide de *Stratégies Saint-Laurent inc.*, organisme non gouvernemental voué à la protection, à la réhabilitation et à la mise en valeur du Saint-Laurent, différents comités ZIP ont vu le jour le long du Saint-Laurent fluvial et marin (voir Figure 2-1). Ces comités sont composés de résidents, d'industriels et de représentants du secteur municipal et d'organismes non gouvernementaux (ONG), tous réunis dans le but de mettre en œuvre des mesures de réhabilitation de leur milieu. Les 23 zones d'intervention prioritaire (ZIP), regroupées en 13 secteurs d'étude, ont été délimitées en fonction des régions biogéographiques, du régime hydrologique, des ressources biologiques, des caractéristiques socio-économiques et des possibilités éventuelles de restauration.

Relevant le défi de la concertation en réunissant les gouvernements fédéral et provincial et les communautés riveraines, le programme ZIP s'effectue en trois grandes étapes.

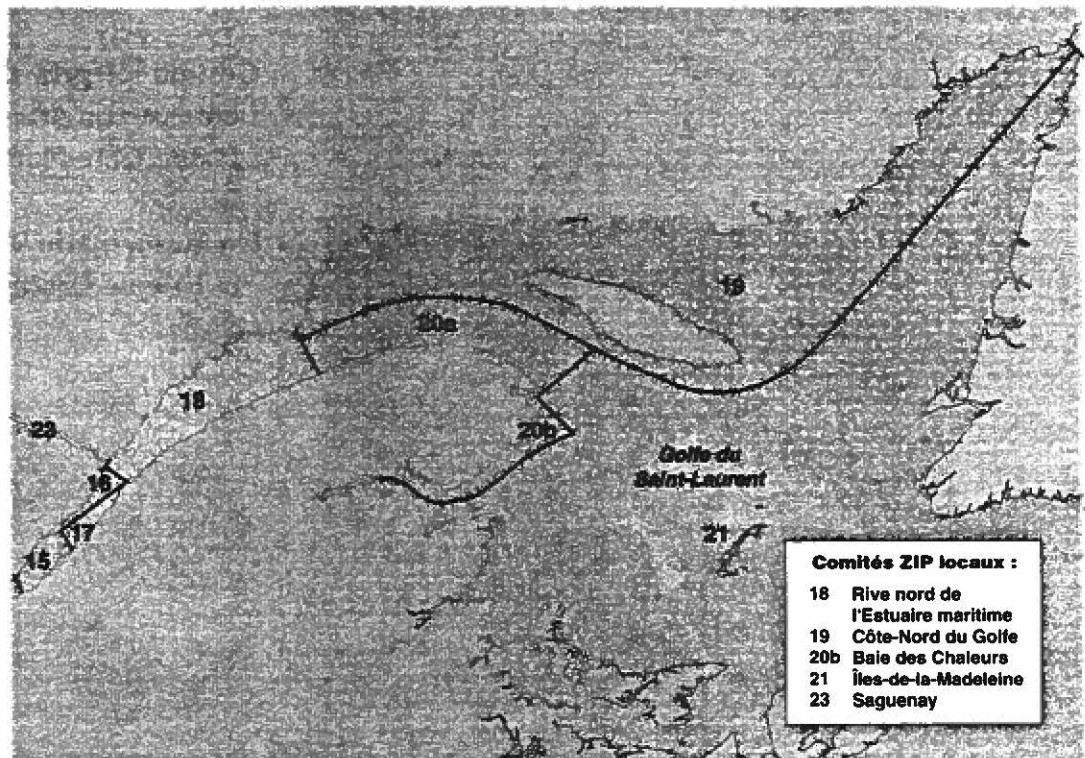


FIGURE 2-1 Délimitation des zones d'intervention prioritaire (ZIP) en milieu marin et identification des comités ZIP existants en 1998. Les comités ZIP manquants devraient être formés au cours de la troisième phase du plan d'action Saint-Laurent.

Étape 1 : Les bilans environnementaux

Tout d'abord, un bilan environnemental est élaboré par les ministères concernés pour chaque secteur d'étude du Saint-Laurent fluvial et marin. Ces bilans prennent la forme d'une série de rapports techniques et d'un bilan synthèse régional et sont remis aux intervenants riverains. La particularité des documents ZIP est de réunir en un seul document toute l'information environnementale, déjà publiée ou non, à une échelle locale. Les intervenants du milieu, en particulier les comités ZIP, peuvent ainsi puiser dans ces documents afin de connaître les caractéristiques physiques de leur milieu côtier aquatique, les sources de contamination que l'on retrouve dans leur secteur, les niveaux de contamination de l'eau, des sédiments et des organismes, les habitats et les espèces animales et végétales présents dans le milieu, le profil socio-économique, les usages du milieu et les risques à la santé humaine reliés aux usages du Saint-Laurent.

Étape 2 : Les consultations publiques

Par la suite, les comités ZIP préparent une consultation publique permettant aux citoyens et intervenants locaux de connaître les résultats du bilan environnemental et d'émettre leur opinion. Quatre consultations publiques ont eu lieu pour le Saint-Laurent marin à ce jour, soit à Chicoutimi (ZIP Alma - Jonquière et ZIP Saguenay conjointement), à Baie-Comeau (ZIP Rive nord de l'Estuaire maritime), à Carleton (ZIP Baie des Chaleurs) et à Sept-Îles (ZIP Côte-Nord du Golfe). C'est lors de ces consultations que les citoyens résidents sont invités à participer au choix des priorités d'intervention pour la protection, la réhabilitation et la mise en valeur de leur région.

Étape 3 : Plan d'action et de réhabilitation écologique (PARE)

Finalement, sur la base des discussions tenues lors des consultations publiques, le comité ZIP local regroupe les priorités énoncées et élabore un plan d'action et de réhabilitation écologique, le PARE. Ce plan multisectoriel permet d'identifier, en concertation avec les intervenants concernés et les instances régionales, les actions qui assureront la protection des ressources naturelles du secteur, tout en permettant un usage durable du milieu.

LA COMMUNAUTÉ VEUT APPRENDRE ET AGIR

Plusieurs organismes ont saisi l'occasion offerte par l'entente *Saint-Laurent Vision 2000* pour parfaire leurs connaissances sur des habitats qu'ils jugeaient importants ou préoccupants, et développer des plans de protection ou de mise en valeur. La Figure 1-1 et le Tableau 1-1 du chapitre *Habitats côtiers* montrent les nombreuses réalisations des organismes communautaires. En plus des bénéfices directs associés à la réalisation des projets, ces initiatives ont eu un effet mobilisateur sur la population. On constate en effet que lorsque les populations locales prennent conscience de la richesse de leur milieu, elles sont plus déterminées à la conserver et à développer leur environnement de façon respectueuse et durable. Les quelques exemples de projets qui suivent témoignent du dynamisme des populations riveraines.



Projet de nettoyage du barachois du Grand Pabos.

Photo : Logigest Services - conseils

ON FAIT LE MÉNAGE !

Quatre projets de nettoyage ont permis de restaurer des habitats marins productifs et d'embellir des milieux fréquentés par la population locale et la clientèle touristique.



Photo : Logisnet Services - conseils

Projet de nettoyage à Chandler et Pabos Mills.

- Aux Îles-de-la-Madeleine, l'*Aquarium des Îles* a initié le nettoyage du havre naturel de L'Île-du-Havre-Aubert, endroit de villégiature très fréquenté, où quatre tonnes métriques de déchets divers ont été ramassés.
- Sous l'égide du *Centre nautique de l'Istorlet* des Îles-de-la-Madeleine et avec l'aide de plusieurs propriétaires des terrains environnants, les berges et l'estran de la baie du Bassin et de la Grande Rivière, à L'Île-du-Havre-Aubert, ont également été nettoyés. Dans ce dernier cas, plus de six tonnes métriques de déchets ont été recueillis.
- Sur la Côte-Nord, la *Corporation de protection de l'environnement de Sept-Îles* a débarrassé le marais de la baie des Sept Îles et ses tributaires de quatre tonnes métriques de rebuts. Par le fait même, la qualité des habitats de frai de l'éperlan arc-en-ciel et d'autres espèces de poissons s'en est trouvée améliorée.
- En Gaspésie, 31 kilomètres de berges bordant les municipalités de Chandler et de Pabos Mills, incluant les berges et les fonds du barachois du Grand Pabos, ont été débarrassés de 311 mètres

cubes de déchets d'origine domestique. Comme ailleurs, c'est un organisme local, l'*Association pour la valorisation du barachois de Grand Pabos* qui a assuré le succès de cette activité.

Un nettoyage de berges implique plus que quelques individus. L'ensemble de la population participe d'une façon ou d'une autre en prêtant du matériel, en travaillant comme bénévoles pour ramasser, trier, transporter, coordonner, ou en acceptant simplement que les enfants suivent leurs professeurs lors de l'activité. Il y a des dizaines, voire des centaines de personnes impliquées. Les populations locales travaillent fort pour découvrir souvent que les rebuts sont plus nombreux qu'on l'avait cru au départ et que ces efforts, loin d'être vains, contribuent à assainir le milieu naturel.

LA COMMUNAUTÉ IMPLIQUÉE DANS LA GESTION INTÉGRÉE DE LA ZONE CÔTIÈRE

Lorsqu'on parle de gestion intégrée de la zone côtière, on entend la gestion de l'ensemble des ressources naturelles et des activités qui s'y déroulent. La tendance actuelle vise à intégrer les populations locales dans divers processus de décision et à considérer les différents usages de la zone côtière lorsque vient le temps d'établir des directives pour un type d'activité en particulier. Autrement dit, plutôt que de gérer les activités une à une et de consulter les personnes concernées séparément, la gestion intégrée englobe un ensemble d'activités et d'utilisateurs d'un même territoire. Le résultat peut être un plan de gestion intégrée d'une zone.

La consultation de tous les intéressés fournit un grand nombre d'idées pouvant donner naissance à des initiatives originales, mais comporte aussi son lot de difficultés car, bien sûr, les intérêts divergent selon les individus et les groupes d'usagers. L'exercice en vaut la peine puisque des mesures de gestion élaborées avec la participation des intéressés et adoptées par consensus ont davantage de chance d'être appliquées. Un tel plan de gestion est mieux adapté aux besoins et préoccupations locales et devient un élément de responsabilisation des populations riveraines. Étant donné que l'approche est nouvelle, dans le contexte de la gestion de la zone côtière au Québec, il est nécessaire de développer des modes de fonctionnement qui conviennent à tous.

omme
ation
at

que
ation
nt du
pour
u en
ivent
des
illnt
sont
t que
nt à

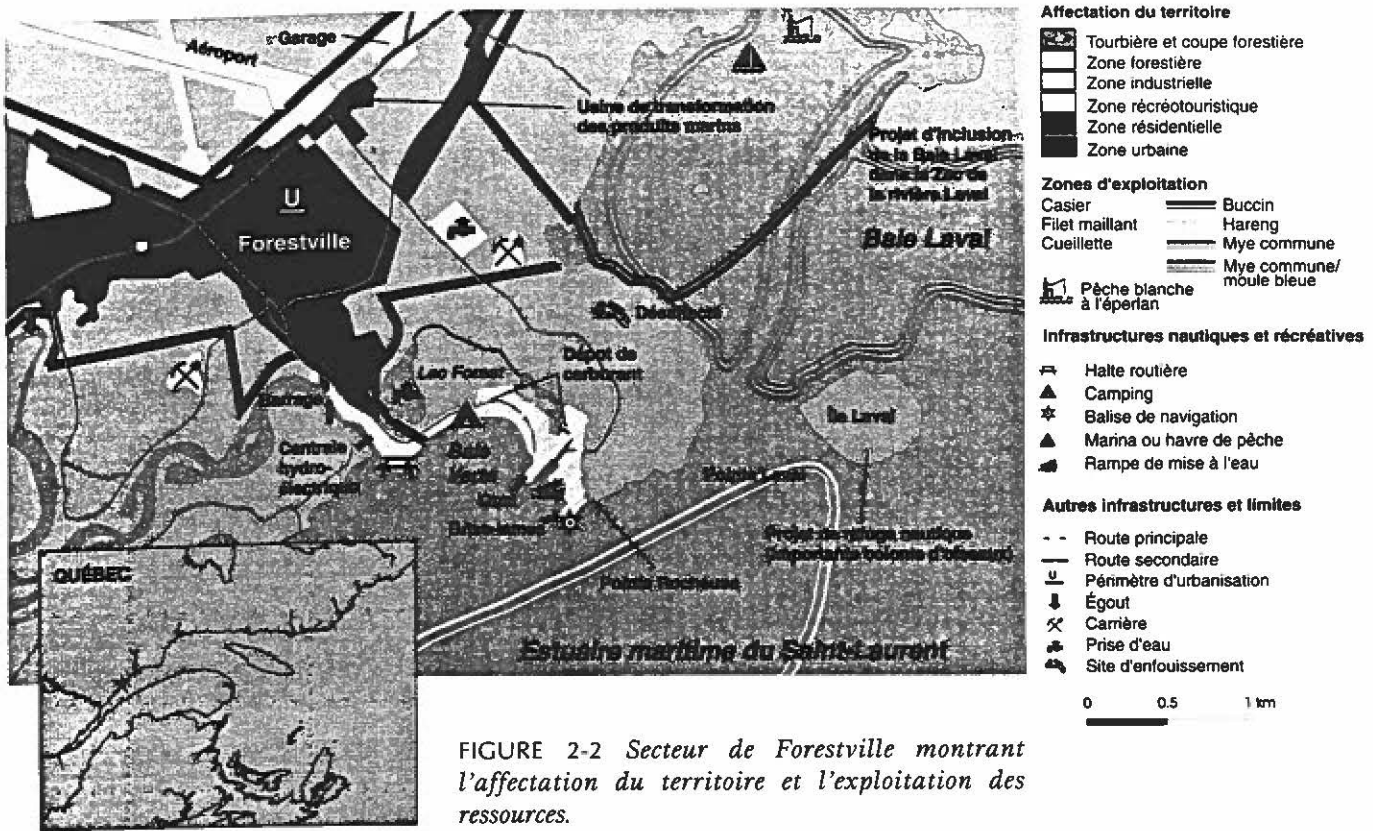


FIGURE 2-2 Secteur de Forestville montrant l'affectation du territoire et l'exploitation des ressources.

UN PROJET-PILOTE EN HAUTE-CÔTE-NORD

C'est dans l'optique de développer une approche de gestion intégrée de la zone côtière qu'est né un projet-pilote sur la Haute-Côte-Nord, dans l'estuaire maritime du Saint-Laurent. Ce projet, initié par des organismes locaux et le MPO, est mené sur la zone côtière comprise entre Les Escoumins et la rivière Betsiamites (85 km).

La première étape a été amorcée en 1996 par la cartographie des habitats côtiers et des usages du milieu, ce qui a permis de fournir un outil complet et visuel aux personnes intéressées (voir un exemple à la Figure 2-2). La deuxième étape, qui s'est déroulée en 1997-1998, a rassemblé à la même table 18 intervenants issus de divers secteurs d'activités tels les municipalités, les municipalités régionales de comté (MRC), l'industrie de la pêche, les groupes de protection et de mise en valeur du milieu et l'industrie touristique. Le groupe a divisé le territoire en 14 unités cohérentes de gestion basées sur des caractéristiques écologiques, géographiques, administratives et d'usages. Par la suite, les mêmes intervenants ont évalué ces unités en leur donnant un ordre de priorité par rapport à diverses caractéristiques, dont l'utilisation, la

valeur écologique, la sensibilité et l'accessibilité. Au cours de la troisième étape, les parties prenantes ont identifié 34 activités se déroulant dans la zone côtière et les ont classées par ordre d'importance. Enfin, une démarche similaire a été utilisée pour analyser 55 préoccupations (identification, localisation par rapport aux unités et mise en ordre de priorité).

Au cours de l'année 1998-1999, le groupe d'intervenants prévoit établir un véritable plan de gestion incluant des mesures concrètes. Il importera d'impliquer les autres ministères et paliers gouvernementaux dès que les problématiques déborderont du cadre de responsabilités des autorités locales et régionales et du MPO.

Pour le MPO, la réalisation du projet-pilote de la Haute-Côte-Nord pourrait apporter des réponses à certaines questions plus globales reliées au concept de gestion intégrée de la zone côtière. Par exemple, quelle est la taille idéale du territoire d'application? Quels sont les outils et les mécanismes de concertation les plus efficaces? Quelles sont les limites du concept? Finalement, l'expérience de la Haute-Côte-Nord pourra servir d'exemple pour d'autres régions situées le long du Saint-Laurent marin.

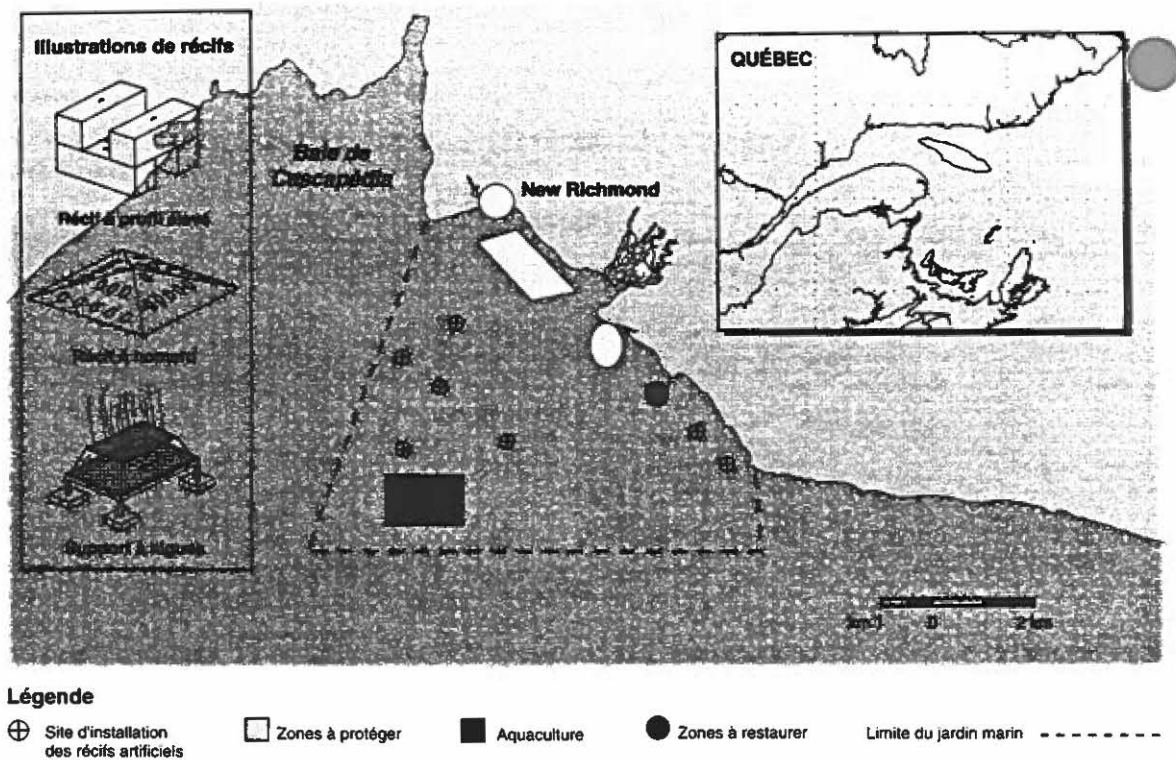


FIGURE 2-3 Baie de Cascapédia et illustrations des récifs artificiels. Les récifs à profil bas (moins de 1,5 m de hauteur) et les supports à algues favorisent la colonisation par les organismes benthiques et les algues macrophytes. Certaines structures ont été conçues spécialement pour le homard. Les récifs à profil élevé (plus de 1,5 m de hauteur) sont appropriés pour offrir abri et protection à plusieurs espèces de poissons. 20 récifs à profil bas, 17 récifs à profil élevé et 5 supports à algues sont répartis dans 7 sites à l'intérieur du territoire, à des profondeurs variant entre 5 et 22 mètres.

MISE EN VALEUR DE LA ZONE CÔTIÈRE DANS LA BAIE DE CASCAPÉDIA

Un comité de gestion multipartite, regroupant des représentants de l'ensemble des usagers de la baie de Cascapédia, s'est formé en Gaspésie autour d'un projet nommé *Hortus: Création d'un jardin marin dans la baie de Cascapédia*. Ce projet vise la mise en valeur d'un territoire de 50 km² dans la baie de Cascapédia. Ce territoire, traditionnellement utilisé par la communauté de New Richmond, est le lieu de plusieurs activités telles que la pêche commerciale et sportive, certaines activités nautiques et l'aquaculture de moules. Depuis le début du 20^e siècle, cette baie a cependant subi de nombreuses perturbations d'origine humaine. Par exemple, elle a reçu des effluents et des résidus industriels non traités en provenance des eaux usées municipales et d'une papetière. Ces rejets ont eu des impacts négatifs sur la qualité des eaux, sur l'abondance et la diversité de la faune et de la flore marines et sur l'utilisation du plan d'eau par les citoyens. Depuis la fin des années 1980, des efforts ont été déployés

pour le traitement des eaux usées municipales et industrielles afin de contrôler ces sources de pollution.

La collectivité de New Richmond a cependant voulu aller plus loin! Le comité multipartite du projet *Hortus* a été créé en 1997. Son mandat vise à élaborer un plan de gestion qui décrit les actions à entreprendre pour assurer la conservation des habitats sensibles, pour harmoniser les activités commerciales et récréatives, pour restaurer des sites perturbés et pour mettre en valeur le territoire. Dans ce dernier volet, l'action prioritaire est l'installation de récifs artificiels et de supports pour les algues (voir Figure 2-3). Ces aménagements visent à diversifier les habitats disponibles et à offrir des abris supplémentaires aux ressources marines présentes dans cette partie de la baie de Cascapédia. Parallèlement, le comité se penche sur d'autres priorités identifiées dans le plan de gestion et sur les moyens de les mettre en œuvre. Le plan de gestion sera révisé périodiquement de façon à intégrer de nouvelles connaissances et à faire le point sur les actions nécessaires à l'atteinte des objectifs de la population.

UN ATELIER SUR L'IMPLICATION COMMUNAUTAIRE À GASPÉ

En mars 1997 se tenait à Gaspé l'Atelier sur l'implication communautaire dans la gestion des habitats côtiers. Cet atelier visait à regrouper les organismes non gouvernementaux (ONG), partenaires du MPO, afin d'échanger sur le thème de la gestion de la zone côtière. Vingt-deux représentants d'ONG de la Gaspésie, des Îles-de-la-Madeleine et de la Côte-Nord y ont participé. L'atelier a pris la forme d'exposés et de tables rondes et a permis aux participants de se familiariser avec différentes approches de gestion de la zone côtière, d'explorer diverses avenues pour leur mise en œuvre et, enfin, d'assurer une meilleure coordination entre les objectifs et les actions des intervenants locaux et du MPO. Les ONG ont non seulement pu discuter avec les représentants ministériels, mais ils ont aussi pris conscience que d'autres projets, parfois similaires aux leurs, se déroulaient ailleurs au Québec.



Table ronde lors de l'atelier sur l'implication communautaire.

Plus particulièrement, on a abordé les sujets suivants :

- la Loi sur les océans;
- la gestion de la zone côtière;
- l'avancement du projet-pilote de gestion intégrée de la zone côtière sur la Haute-Côte-Nord;
- la conservation du barachois de Malbaie;
- le projet Hortus;
- la conservation des milieux naturels sur les terres privées;
- l'intendance, un outil pour la gestion des habitats côtiers;
- l'intendance privée aux Îles-de-la-Madeleine;
- l'intendance publique.

L'implication communautaire continue d'être une préoccupation importante dans le cadre de la phase III du plan d'action Saint-Laurent et de la Loi sur les océans du Canada.

GLOSSAIRE*

Algue macrophyte : algue de grande taille.

Estran (zone intertidale) : portion du littoral compris entre les plus hautes et les plus basses mers.

Intendance : engagement volontaire des propriétaires privés ou publics à contribuer à gérer leurs terres de façon à protéger, aménager et mettre en valeur les milieux naturels et les espèces qui s'y trouvent. Cet engagement se traduit, la plupart du temps, par des ententes conclues entre le propriétaire foncier et un organisme de conservation.

Organisme benthique : organisme aquatique qui vit en contact avec les sédiments.

Plan de gestion : outil de planification qui traduit les enjeux environnementaux et socio-économiques et les préoccupations des intervenants concernés, pour un territoire donné, en actions à entreprendre pour assurer la meilleure combinaison possible de mesures de conservation, d'utilisation durable des ressources et de développement économique.

Plan de mise en valeur : plan qui définit les actions à entreprendre pour mettre en valeur un milieu naturel. Ces actions peuvent se situer au niveau des habitats (par exemple l'aménagement de frayères et de récifs artificiels et la végétalisation) ou au niveau récréo-touristique (par exemple l'aménagement de sentiers et de belvédères).

Plan de protection : plan qui définit les actions à entreprendre pour protéger un milieu naturel (instauration de statuts de protection fédéraux, provinciaux ou municipaux, projets d'intendance ou autres mesures appropriées).

Zone côtière : Zone d'interaction entre la terre ferme et le milieu marin. Ses limites sur terre et en mer sont très variables d'un endroit à un autre. À l'intérieur des terres, elle englobe la portion où l'on retrouve la majorité des usages en rive qui exercent une influence directe sur les habitats et ressources côtières. Vers la mer, elle devrait se limiter à la zone où s'exercent la majorité des usages, tels la pêche et la navigation côtières et l'aquiculture.

* Les termes ont été définis en fonction de leur utilisation dans le texte.

RÉFÉRENCES

- Bernard, M.-A., M. Chouinard et le Comité Hortus. 1997. Hortus : création d'un jardin marin dans la baie de Cascapédia. Rapport soumis à Pêches et Océans Canada, Gestion de l'habitat et des sciences de l'environnement, Région Laurentienne, Volume 1 à 4, 154 p. + annexes.
- Corporation de protection de l'environnement de Sept-Îles. 1995. Nettoyage du marais et des tributaires de la baie des Sept Îles. Rapport présenté à Pêches et Océans Canada, iii + 32 p.
- Cyr, A.M. 1996. Nettoyage des berges et de l'estran de la baie du Bassin et de la Grande Rivière. Rapport préparé par le Centre Nautique de l'Istorlet de Havre-Aubert et présenté au Ministère des Pêches et des Océans, 42 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 pages.
- 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, 132 pages.
- Gagnon, M., P. Bergeron, J. Leblanc et R. Siron. 1997. Synthèse des connaissances sur les aspects physiques et chimiques de l'eau et des sédiments du golfe du Saint-Laurent et de la baie des Chaleurs. Ministère des Pêches et des Océans - Région Laurentienne, Division des sciences de l'environnement marin, Institut Maurice-Lamontagne et Environnement Canada - Région du Québec, Conservation de l'environnement, Centre Saint-Laurent. Rapport technique. Zones d'intervention prioritaire 19, 20 et 21, 191 pages.
- Lalumière, R. 1997. Projet-pilote phase initiale, Gestion intégrée de la zone côtière Les Escoumins - Rivière Betsiamites. Rapport du Groupe-conseil Génivar soumis à Pêches et Océans Canada, Gestion de l'habitat et des sciences de l'environnement, Région Laurentienne, 33 p. + annexes.
- 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.
- Mousseau, P., M. Gagnon, P. Bergeron, J. Leblanc et R. Siron. 1997. Synthèse des connaissances sur les communautés biologiques du golfe du Saint-Laurent et de la baie des Chaleurs. Ministère des Pêches et des Océans - Région Laurentienne, Division des sciences de l'environnement marin, Institut Maurice-Lamontagne et Environnement Canada - Région du Québec, Conservation de l'environnement, Centre Saint-Laurent. Rapport technique. Zones d'intervention prioritaire 19, 20 et 21, 437 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, 340 pages.
- Noël, J.P. et F. Delorme. 1996. Nettoyage des berges et des fonds du barachois du Grand Pabos. Rapport préparé par Logigest Services-conseils et présenté à Pêches et Océans Canada. Projet parrainé par l'Association pour la valorisation du barachois du Grand Pabos, 2-12 p. + annexes.
- Pêches et Océans Canada. 1998. Atelier sur l'implication communautaire dans la gestion des habitats côtiers. Compte rendu de l'atelier et résumé des conférences. Atelier tenu à Gaspé les 28 février et 1er mars 1997, 18 p. + annexe.
- Pereira, S. 1995. Nettoyage du havre naturel de Havre-Aubert. Rapport préparé par l'Aquarium des Îles-de-la-Madeleine et présenté à Pêches et Océans Canada, 47 p.

milieu

marin

faits saillants

Le «Système météo» du Saint-Laurent

Le nouvel atlas des courants de marée

Des tonnes de carbone emprisonnées dans le fond des océans



Les températures anormalement froides du golfe du Saint-Laurent

Les effets des rayons ultraviolets sur les organismes marins

Les espèces côtières de poissons de l'estuaire du Saint-Laurent

LE «SYSTÈME MÉTÉO» DU SAINT-LAURENT

Les océanographes physiciens et les hydrographes travaillent au développement de modèles hydrodynamiques pour l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent. Tels les modèles de prévisions météorologiques, ces modèles hydrodynamiques permettent de prévoir les changements dans l'état physique du Saint-Laurent. La mise au point de ces modèles hydrodynamiques permet ainsi d'offrir plusieurs produits et services aux différents usagers du Saint-Laurent :

- La prévision des niveaux d'eau dans le Saint-Laurent, qui est réalisée de 48 heures à 30 jours à l'avance, sert aux navigateurs et à la sécurité des riverains (inondations).
- Les prévisions de la sévérité et du déplacement des glaces sont réalisées chaque jour pour le golfe du Saint-Laurent pour une période de 48 heures et sont diffusées aux responsables des services de déglacage.



Carte en trois dimensions du fond marin de la tête du chenal Laurentien, près de l'embouchure du Saguenay, jusqu'à l'île d'Orléans.

- La prévision des courants de surface pour tout le Saint-Laurent est réalisée chaque jour pour une période de 48 heures. Lors d'un naufrage, ces prévisions servent aux calculs de la trajectoire probable d'un naufragé et aident au déploiement des efforts de recherche. En cas d'urgence environnementale, ces modèles permettent par exemple de prédire le déplacement probable d'une nappe de pétrole et peuvent ainsi aider à sa récupération (voir Figure 3-1).

- Les prévisions des courants de surface ont également été utilisées pour la production du nouvel *Atlas des courants de marée* qui couvre le secteur du cap de Bon-Désir à Trois-Rivières et qui sert à tous les usagers naviguant dans le Saint-Laurent.

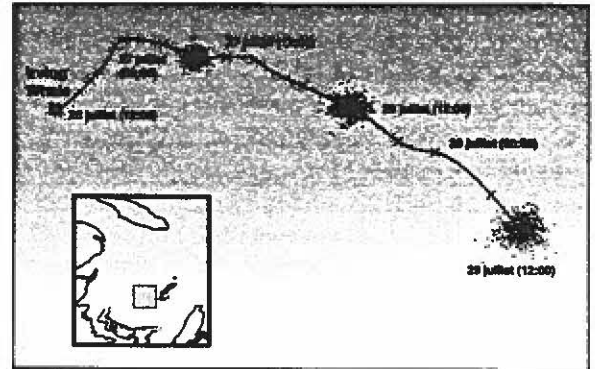


FIGURE 3-1 Prévision d'un déversement hypothétique dans le cadre des opérations de renflouage de la barge Irving Whale en 1996. Cette prévision a été réalisée par l'équipe de modélisation de Pêches et Océans Canada et d'Environnement Canada à l'aide des modèles numériques et de l'information provenant de bouées dérivantes. La ligne continue représente la trajectoire moyenne du déversement hypothétique. Chaque nuage de points indique la dimension du déversement hypothétique après 24 heures.

UN NOUVEL ATLAS DES COURANTS DE MARÉE DE L'ESTUAIRE DU SAINT-LAURENT, DE CAP DE BON-DÉSIR À TROIS-RIVIÈRES

Les navigateurs savent combien les courants du Saint-Laurent sont forts et variables. Dans l'Estuaire moyen, en amont de Trois-Pistoles, ils atteignent en général quatre nœuds et parfois plus de huit (un nœud est égal à environ 1,8 km/h) et changent de direction environ quatre fois par jour à des moments différents d'un endroit à l'autre. Ces courants présentent des risques pour la vie humaine, en particulier, et pour l'environnement marin en général. Un nouvel atlas des courants de marée a été publié en 1997; il remplace une publication qui datait de 1939 (voir Figure 3-2). Le nouvel atlas présente des cartes détaillées des courants aux différentes heures du cycle de la marée semi-diurne à la surface du Saint-Laurent entre Cap de Bon-Désir et Trois-Rivières. L'utilisateur peut estimer le courant simplement en reportant sa position sur les cartes et en calculant le temps qui le sépare de l'étale de la marée au port de référence approprié. Pour ce faire, il peut compter sur environ 110 000 flèches de courant distribuées sur les 108 cartes du nouvel atlas.

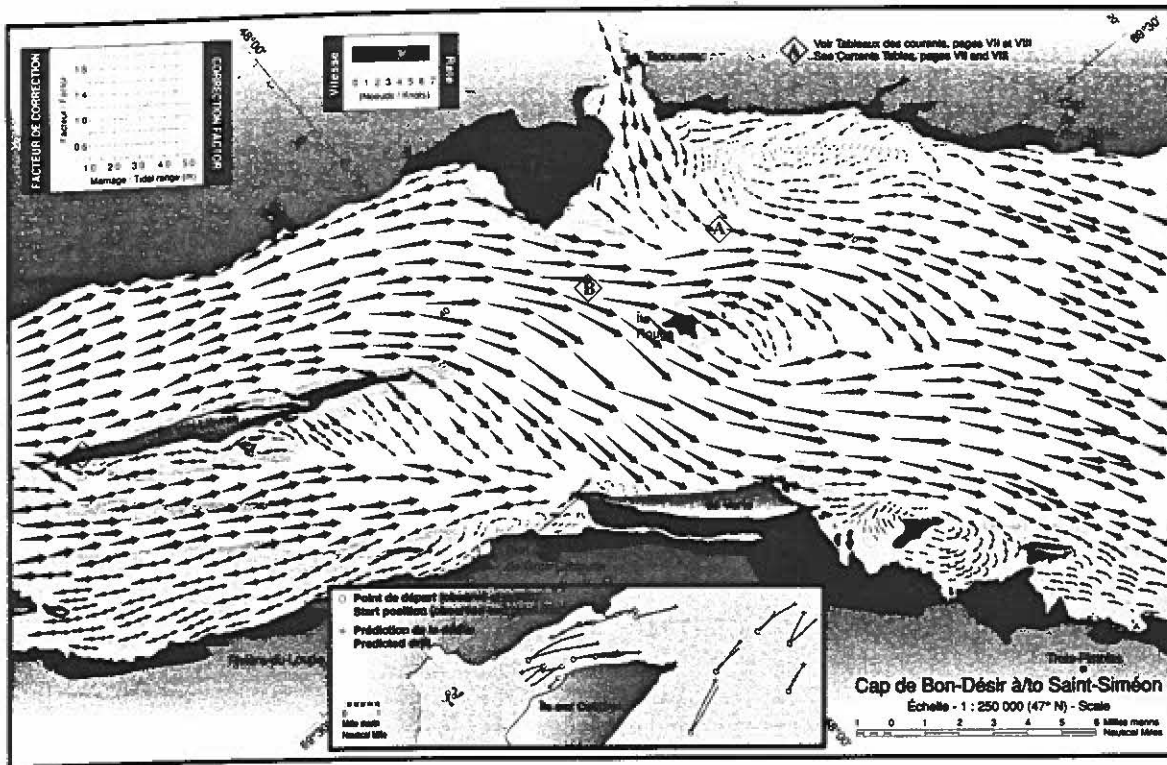


FIGURE 3-2
Une des 108
cartes du
nouvel atlas
des courants
de marée.

LE TRANSPORT DU CARBONE DANS LES OCÉANS

Le carbone est l'élément à la base de toute vie sur Terre. Environ sept milliards de tonnes de carbone sous forme de gaz carbonique (CO_2), qui proviennent des activités humaines, sont émises chaque année dans l'atmosphère. Les scientifiques s'entendent généralement pour dire que cette perturbation augmente la quantité de chaleur piégée dans l'atmosphère, contribuant ainsi à l'effet de serre et à un réchauffement global de la planète. Par contre, une partie importante de ce CO_2 se retrouve emprisonné dans le fond des océans et ne peut ainsi participer à l'effet de serre. On pense que ce carbone demeurerait dans les eaux profondes pour des périodes de l'ordre de 1000 ans. Par contre, nous ne savons pas exactement comment le carbone se rend de l'atmosphère vers les fonds océaniques.

Des travaux de modélisation ont mis en lumière la possibilité d'un nouveau mode de transport du carbone vers les fonds océaniques. Il s'agit du transport de carbone organique sous forme dissoute (COD). Ce carbone (COD), qui provient principalement de déchets de plantes et d'animaux marins morts, peut être utilisé comme source d'énergie par les bactéries marines. Jusqu'à 1995, le COD était considéré comme un facteur négligeable dans le transport vertical du carbone dans la colonne d'eau, mais de plus en plus

d'études suggèrent que ce n'est pas le cas (voir Figure 3-3).

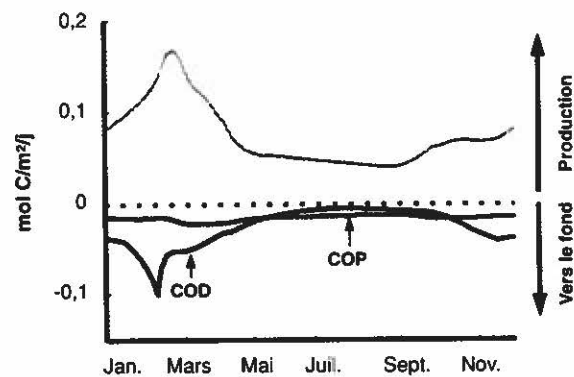


FIGURE 3-3 Simulations de trois types de transport de carbone dans la colonne d'eau dans le golfe du Saint-Laurent à l'aide d'un modèle numérique. Le carbone organique est produit par photosynthèse dans la couche de surface (0-50 m) (ligne jaune). Il est à noter que la lumière et le gaz carbonique (CO_2) sont nécessaires pour la réalisation de la photosynthèse. Une partie du carbone organique produit peut s'échapper de la couche de surface sous forme de particules qui coulent sous l'effet de la gravité (c'est le carbone organique particulaire - COP, ligne rouge). Une autre partie peut s'échapper sous forme de matériel dissous quand la couche de surface se mélange avec les eaux sous-jacentes (c'est le carbone organique dissous - COD, ligne bleue).

Ainsi, selon cette simulation, le flux de carbone sous forme dissoute (COD) qui passe sous la couche de surface serait souvent plus important que celui du carbone sous forme de particules (COP). Autrement dit, le carbone accumulé dans les eaux profondes des océans proviendrait principalement du carbone organique dissous. Cette situation pourrait être expliquée par le fait que dans les environnements froids, comme le golfe du Saint-Laurent, les bactéries dégraderaient plus lentement le COD. Certains scientifiques pensent que lorsque la dégradation bactérienne du COD est plus lente que la fréquence à laquelle la colonne d'eau se mélange, le COD pourrait s'accumuler dans les fonds marins. Cependant, cette hypothèse très controversée reste à être testée sur le terrain.

LES VARIATIONS DE TEMPÉRATURES DANS LE GOLFE DU SAINT-LAURENT

Les scientifiques s'intéressent aussi grandement aux changements de la température de l'eau dans le golfe du Saint-Laurent. L'analyse des données de température entre 1985 et 1995 montre que la couche de 30 à 100 m, mesurée à partir de la surface de la colonne d'eau, a été plus froide que la normale tout au long de cette période (voir Figure 3-4). Par contre, les eaux plus profondes (100-200 m et 200-300 m) ont quant à elles connu

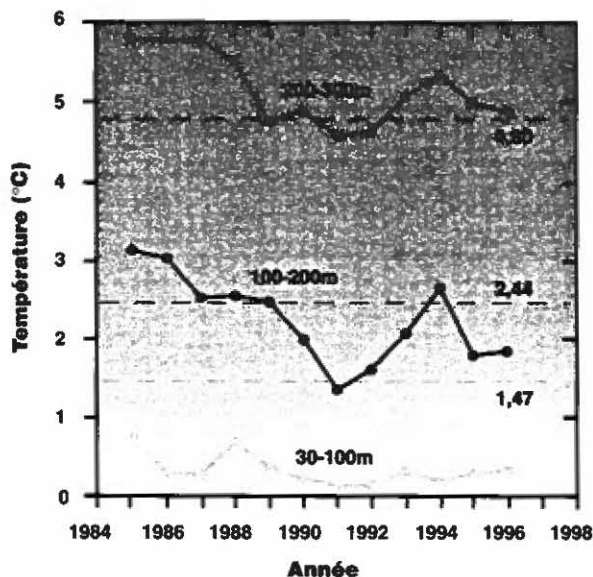


FIGURE 3-4 Température des couches de 30-100 m (jaune), 100-200 m (bleu) et 200-300 m (rouge) à partir de la surface du golfe du Saint-Laurent. Les lignes pointillées représentent les températures normales pour chacune des couches d'eau étudiées et ont été calculées en utilisant les données historiques disponibles.

des températures plus variables, allant de plus chaudes que la normale au milieu des années 1980 à plus froides que la normale au début des années 1990, pour ensuite se réchauffer de nouveau.

Certains scientifiques pensent que les températures anormalement froides de la couche de 30 à 100 mètres pourraient avoir eu des effets néfastes sur certaines espèces marines, ce qui pourrait avoir contribué à l'effondrement de certains stocks de poissons.

LES RAYONS ULTRAVIOLETS ONT-ILS DES EFFETS NÉFASTES SUR LES ORGANISMES MARINS ?

De façon générale, depuis 1980, la couche d'ozone stratosphérique, qui nous protège contre les effets néfastes des rayons ultraviolets (UV), s'est amincie de 3 à 6 % en été et de 7 à 12 % en hiver. Ce sont les chlorofluorocarbones (CFC) rejetés dans l'atmosphère par diverses activités humaines qui sont en grande partie responsables de cette dégradation. Malgré la mise en place du *Protocole de Montréal*, un accord international qui vise à éliminer la production des substances dégradant l'ozone, on prévoit que cette tendance à la diminution se poursuivra pendant une cinquantaine d'années. Du rétrécissement de cet écran solaire naturel, il résultera une augmentation significative du rayonnement solaire au sol et ce, particulièrement dans les longueurs d'ondes les plus nocives correspondant aux UV-B (280-320 nanomètres).

Or, jusqu'où et selon quelle dynamique ces radiations supplémentaires pénètrent-elles la couche de surface de nos eaux et jusqu'à quel point les organismes marins sont-ils affectés par ce changement dans leur milieu de vie? Pour répondre à ces questions, les scientifiques du MPO ont d'abord mesuré l'intensité de la pénétration du rayonnement UV dans les eaux de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent, particulièrement pour les zones et les périodes de productivité biologique intense. Ils ont établi qu'à certains endroits dans le Golfe, 10 % des UV-B pénétraient la couche de surface jusqu'à trois à quatre mètres de profondeur, couche où l'on retrouve la plupart des œufs et larves de poissons et de crustacés d'intérêt commercial. De plus, des expériences réalisées en bassins extérieurs ont démontré que des œufs de morue, soumis au rayonnement solaire naturel pendant leur développement (entre la ponte et l'éclosion),

plus
rées
de
r

opé-
30
fets
qui
de

S

one
fets
'est
ver.
étés
nes
ette
cole
e à
an
mi
ine
aire
gnic-
ce,
les
320

ces
la
quel
par
our
du
la
de
rti-
de
u'à
V-B
s à
'on
ons
des
on
au
eur
n),

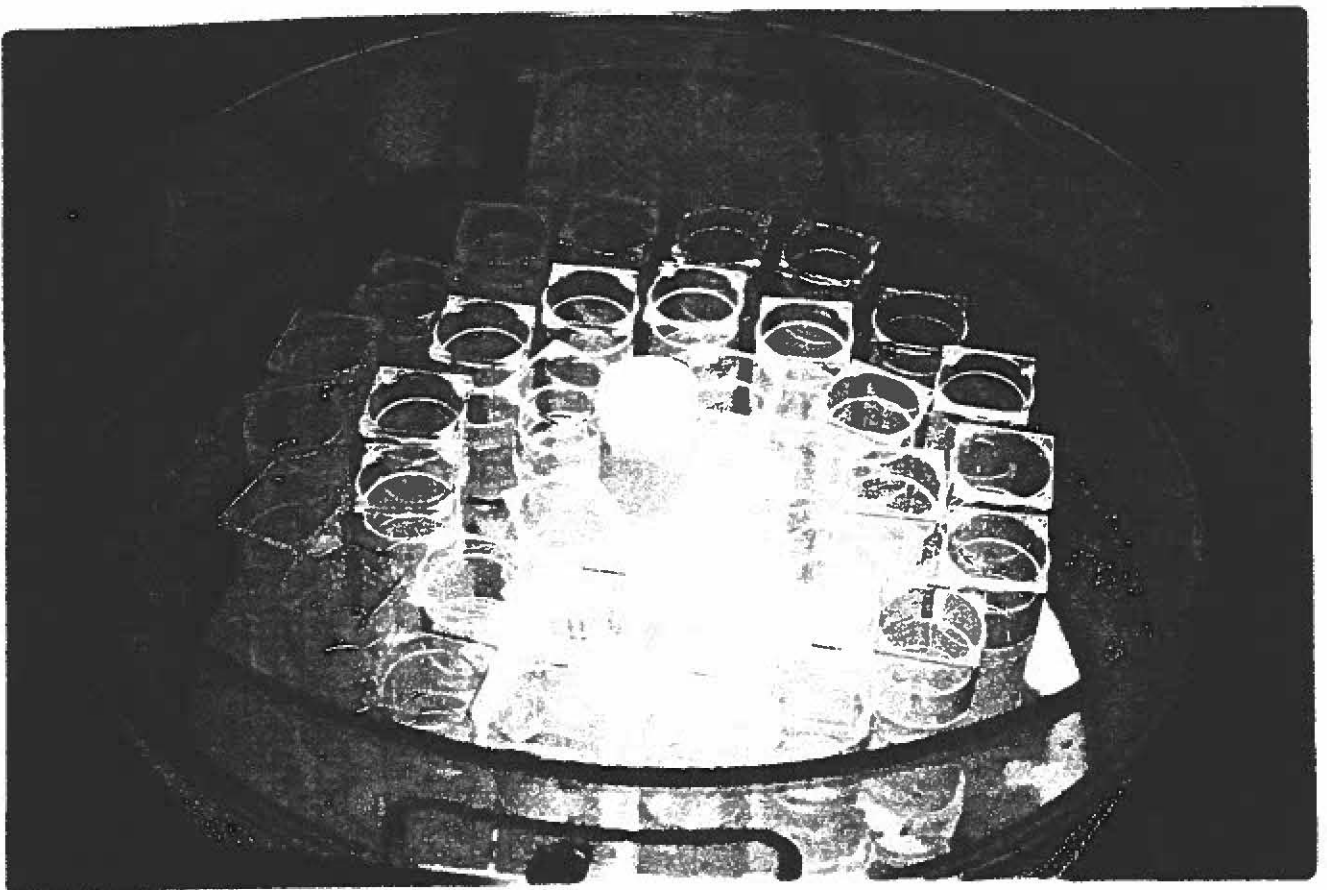


Photo: J.-J. St-Pierre

Cœufs de morue placés dans des tubes de quartz et soumis aux radiations d'un simulateur solaire.

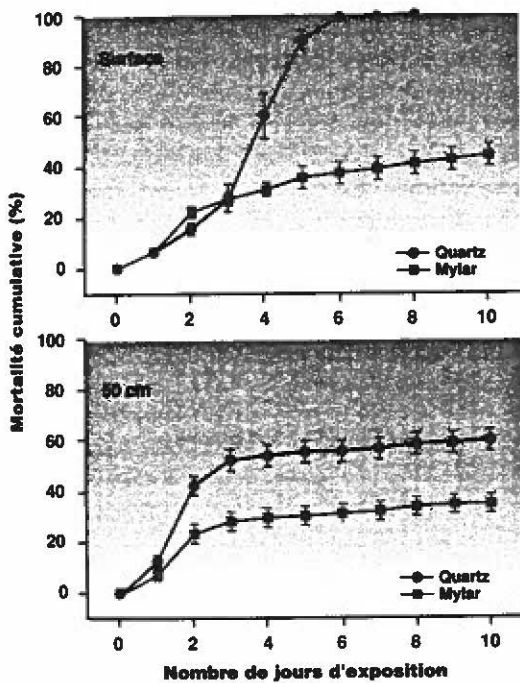
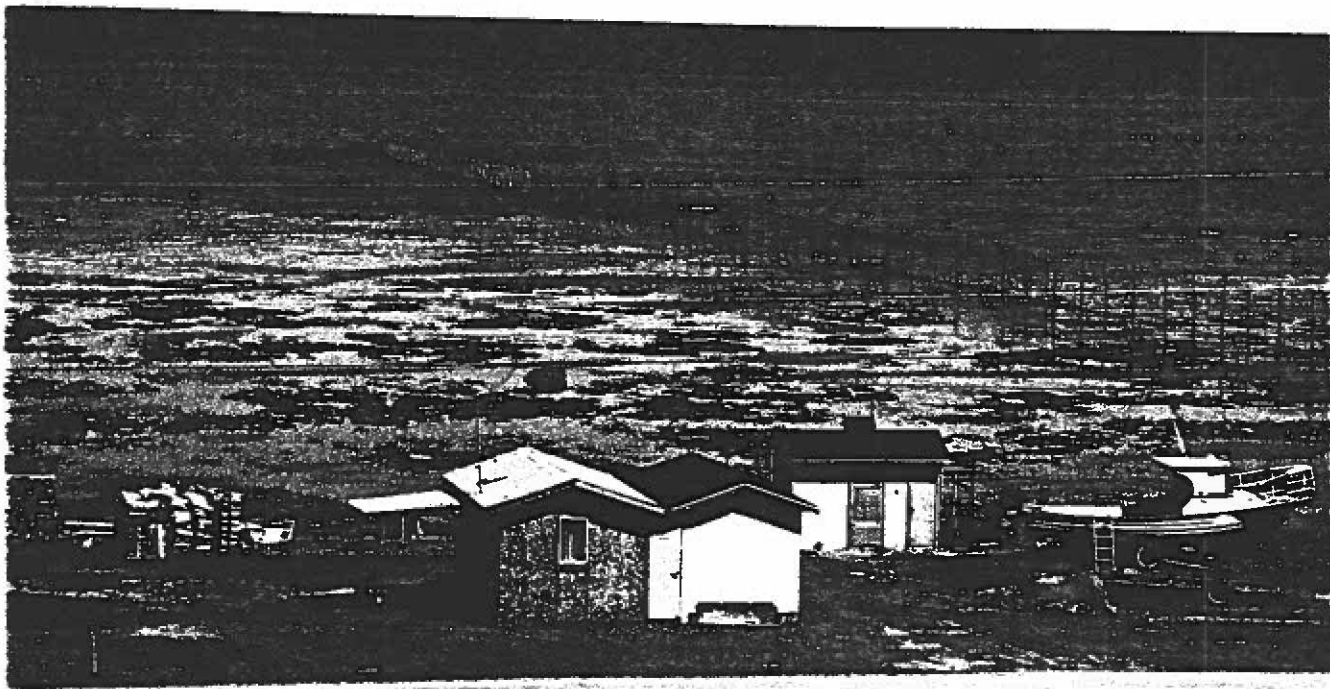


FIGURE 3-5 Mortalité des œufs de morues exposés aux UV naturels (quartz) comparée à celle pour des œufs non exposés aux UV-B (filtre de mylar). Le quartz est transparent aux UV-B alors que le filtre de mylar les bloque. On note une mortalité naturelle d'environ 40 %.

affichaient un taux de mortalité jusqu'à 60 % à faible profondeur (50 cm) et 100 % à la surface (voir Figure 3-5). Afin de déterminer quelles sont les longueurs d'onde de la bande UV qui sont les plus susceptibles d'affecter les organismes marins, des expériences à l'aide de simulateurs solaires utilisant différents filtres plus ou moins transparents aux UV ont été menées en laboratoire à l'IML. À l'aide de modèles mathématiques, les scientifiques peuvent prédire l'intensité des rayons UV lorsque la couche d'ozone se sera davantage amincie. Les simulations ont démontré, par exemple, que des œufs de morue à la surface des eaux du Golfe exposés au soleil de midi correspondant au niveau d'ozone actuel pendant un temps cumulé de 42 heures, atteindraient un taux de mortalité de 50 %. Avec une diminution de 20 % de l'ozone total, le temps nécessaire pour atteindre ce résultat tomberait à 32 heures.

Il faut cependant replacer ces résultats dans un contexte naturel et tenir compte de la couverture nuageuse, de la transparence de l'eau et de la distribution verticale des œufs et des larves des organismes vivants. Néanmoins, ces résultats restent tout de même préoccupants.



Fascine à Métis-sur-Mer.

LES PÊCHEURS À LA FASCINE AIDENT LES SCIENTIFIQUES

Grâce à un réseau de suivi de la diversité ichtyologique, nous avons maintenant une meilleure connaissance de l'état des populations de poissons fréquentant les côtes de l'estuaire du Saint-Laurent. Il existe d'ailleurs une grande diversité d'espèces de poissons d'eau douce et d'eau salée dans l'estuaire du Saint-Laurent. Cinq pêcheurs commerciaux provenant respectivement de l'Île-aux-Coudres, Saint-Irénée, Cacouna, Sainte-Luce et Métis-sur-Mer, et qui utilisent la fascine comme engin de pêche, ont permis aux scientifiques de compiler leurs captures pour la période de 1986-1997. Au cours de ces saisons de pêche, un total de 23 espèces de poissons ont été capturés dans les cinq fascines. Les principales espèces sont le hareng, le capelan, l'éperlan et l'anguille. Parmi les espèces moins abondantes, l'esturgeon noir, le flétan atlantique, le grand corégone et l'aloise savoureuse ont, entre autres, été observés.

De 1986 à 1997, l'abondance, la diversité ainsi que la distribution spatiale et saison-

nière des différentes espèces de poissons ont généralement montré des variations d'une année à l'autre. À titre d'exemple, nous présentons les variations du nombre et de l'abondance des espèces présentes dans les fascines sous la forme d'un indice de diversité spécifique (voir Figure 3-6). Les variations observées pourraient être causées par les fluctuations naturelles de la population ou de son environnement et par les perturbations humaines apportées au milieu au cours des dernières décennies telles que le dragage, la pollution ou la pêche intensive.

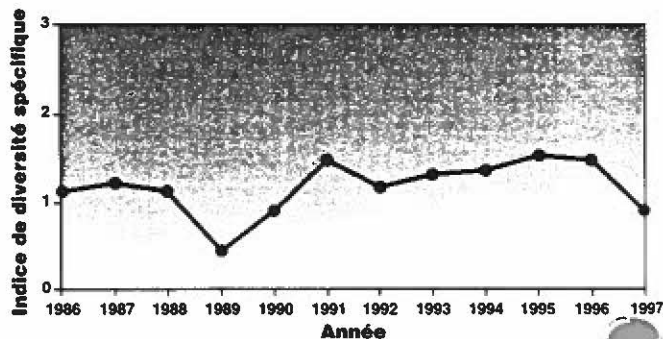


FIGURE 3-6 *Indice de diversité spécifique des poissons présents dans cinq fascines de l'estuaire du Saint-Laurent de 1986 à 1997.*

GLOSSAIRE

Amont : partie d'un cours d'eau comprise entre un point considéré et la source.

Bouée dérivante : appareil flottant équipé pour l'enregistrement de divers paramètres tels que les températures de l'eau et de l'air, la pression barométrique, la direction et la vitesse du vent et la salinité de l'eau.

Chlorofluorocarbone (CFC) : molécule composée de carbone, de chlore et de fluor qui est reconnue pour son fort potentiel de destruction de l'ozone et pour sa contribution au réchauffement climatique.

Colonne d'eau : volume d'eau entre la surface de la mer et le fond marin.

Étale de la marée : moment où le niveau de la mer est stabilisé.

Flux : transfert d'une substance entre deux milieux.

Hydrodynamique : relatif aux mouvements de liquides; ou partie de la mécanique qui étudie la circulation, l'énergie et la pression des liquides.

Longueur d'onde : distance entre deux crêtes successives d'une onde.

Marée semi-diurne : marée qui a deux pleines mers et deux basses mers dans un même jour.

Modèle : représentation simplifiée d'un processus, d'un système.

Nanomètre (nm) : unité de longueur, égale à un milliardième de mètre ou 10^{-9} mètre, utilisée pour mesurer la longueur d'onde d'un rayonnement.

Nœud : unité de vitesse pour les courants correspondant à 1,8 km/heure.

Ozone : molécule formée de trois atomes d'oxygène.

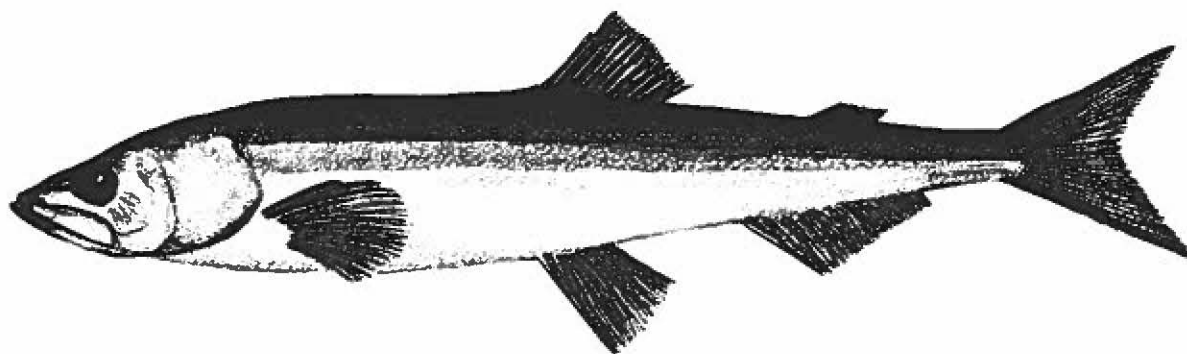
Photosynthèse : production de matière organique par les plantes et les algues à partir du gaz carbonique de l'air ou de l'eau qu'elles peuvent fixer grâce à la chlorophylle (pigment), en employant comme source d'énergie la lumière.

Rayons ultraviolets (UV) : radiations dont les longueurs d'onde se situent entre 280 et 400 nanomètres.

Simulation : méthode qui consiste à faire la représentation d'un phénomène physique à l'aide d'un modèle ou d'un ordinateur.

Stratosphère : couche de l'atmosphère comprise entre la troposphère (6 à 17 km d'altitude) et la mésosphère (50 km d'altitude).

Renflouage : remise à flot d'un navire coulé ou échoué.



Capelan.

RÉFÉRENCES

- Bérubé S. et J.-D. Lambert. 1997. Suivi ichthyologique dans l'estuaire du Saint-Laurent (1986-1995). Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 2171 : viii + 57 p.
- Browman I.H. 1996. L'augmentation du rayonnement ultraviolet B peut-elle avoir des incidences négatives sur les ressources marines dans le golfe du Saint-Laurent? *Naturaliste Canadien*, 120 (2) : 66-68.
- Dorion, D. et J.-D. Lambert. 1994. Établissement de trois stations de suivi de la diversité ichthyologique en milieu côtier dans l'estuaire du Saint-Laurent. Ministère des Pêches et des Océans, région du Québec, 37 p. + annexes.
- Gilbert, D. et B. Pettigrew. 1997. Interannual variability (1948-1994) of the CIL core temperature in the Gulf of St. Lawrence. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 54 (Suppl. 1) : 57-67.
- Gilbert D. et B. Pettigrew. 1996. Variations de la couche froide intermédiaire du golfe du Saint-Laurent de 1948 à 1995. *Naturaliste Canadien*, 24 (1) : 69-70.
- Pêches et Océans Canada. 1997. Atlas des courants de marée : estuaire du Saint-Laurent du cap de Bon-Désir à Trois-Rivières, 108 p.
- Saucier, F.-J. 1994. L'océanographie physique du Saint-Laurent et de la baie d'Hudson simulée par ordinateur. *L'Euskarien*, 16 : 37-41.
- Saucier, F.-J., J. Chassé et A. D'Astous. 1997. Preliminary calculation of circulation and density changes in the Saguenay Fjord, Canada. Rapport présenté au parc marin du Saguenay-Saint-Laurent, 200 p.
- Vézina, A.F., C. Savenkoff, S. Roy, B. Klein, R. Rivkin, N. Silverberg, J.-C. Therriault et L. Legendre. Sous presse. Export production and the structure and dynamics of the pelagic food web in the Gulf of St. Lawrence. II. Inverse analysis. *Deep Sea Res.*
- Vézina, A.F. 1996. Le changement climatique et la biologie des océans. Dans Messier, D., C. Langlois et C.E. Delisle [éds.]. *La recherche de pointe en biologie. Actes du 20^e Congrès de l'Association des biologistes du Québec, 3-4 novembre 1995, Collection Environnement de l'Université de Montréal, Volume 20, p. 79-91.*

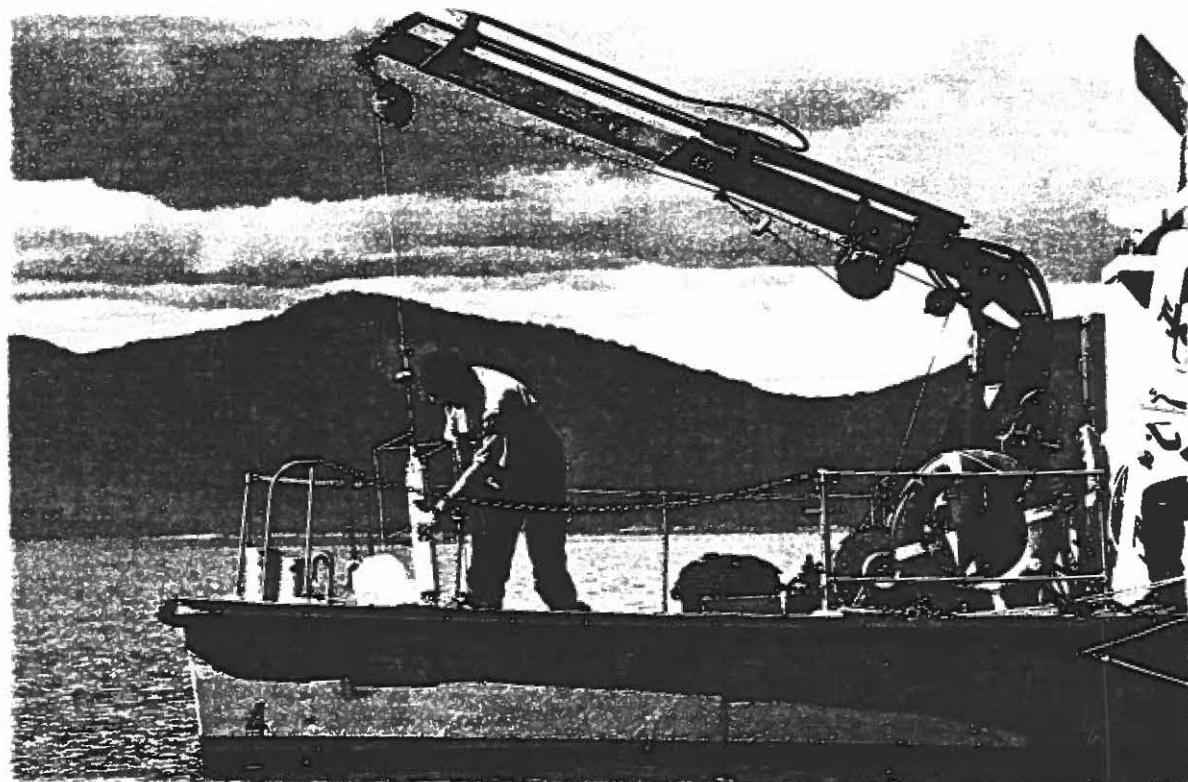


Photo : F. J. Saucier

Un scientifique prépare la mise à l'eau d'un appareil permettant de mesurer la température, la salinité et la densité de l'eau de la surface jusqu'au fond.

des
rent
D.
e du
ulée

997.
and
ada.
lay-

, R.
t L.
and
ood
erse

et la
C.
e de
de
3-4
de
92



la

marins

faits saillants

- Le relevé aérien de la population de bélugas du Saint-Laurent de 1997**
- Le Plan de rétablissement du béluga et le plan de mise en œuvre**
- Les cétacés du golfe du Saint-Laurent**



- Le phoque commun réside toute l'année dans nos eaux**
- L'Hydroacoustique : un outil pour mieux comprendre les baleines**
- Le suivi des échouages de mammifères marins**
- La santé des mammifères marins**

COMMENT SE PORTENT LES BÉLUGAS DU SAINT-LAURENT ?

Le relevé aérien de la population

Un relevé aérien de la population de bélugas du Saint-Laurent a été réalisé en 1997. Les bélugas visibles dans le secteur compris entre l'île aux Coudres et l'île du Bic ont été dénombrés à l'aide de photographies aériennes prises à bord de deux avions. Ces derniers étaient équipés chacun d'une caméra de cartographie métrique et ont survolé le secteur à l'étude en suivant une grille de transects (voir Figure 4-1). En même temps, un observateur recensait visuellement le fjord du Saguenay à bord d'un autre avion. L'indice d'abondance, une mesure qui, sans être égale à la taille d'une population, reflète les variations de cette dernière, a été établi à 700 bélugas avec une erreur de plus ou moins 46 bélugas. Étant donné qu'une portion inconnue de la population se trouve sous la surface de l'eau lors de la prise des photographies aériennes, cet effectif ne représente pas un compte exact de la population; c'est pourquoi on parle ici d'un indice. Cependant, afin de compenser pour les bélugas en plongée, l'indice a été calculé en appliquant aux dénombrements photographiques un facteur de correction de 15 %. Puisque cette correction est considérée conservatrice, l'indice de 700 bélugas représenterait une sous-estimation de l'effectif réel de

la population. Finalement, selon la tendance des estimations des indices de 1982 à 1997, la taille de la population pourrait être à la hausse mais ne pourra être confirmé avant plusieurs années et trois ou quatre nouveaux inventaires.

Des nouvelles encourageantes

Cette augmentation possible de l'indice de la population de bélugas est un signe encourageant car elle confirme que la population ne décroît plus et suggère qu'elle pourrait même être en voie de rétablissement. La survie des adultes, déterminée à partir des bélugas échoués et morts naturellement, ainsi que le taux de naissance semblent normaux. De plus, la mortalité causée par la prédation, l'échouage, l'emprisonnement par les glaces et les engins de pêche semble plutôt faible. Concernant l'évolution de la contamination de l'habitat des bélugas, les concentrations de la plupart des contaminants mesurées dans les sédiments et dans plusieurs organismes aquatiques ont diminué depuis les années 1970. Cette situation nous porte à croire que les contaminants pourraient éventuellement diminuer chez le béluga. Par ailleurs, la faible variabilité génétique à l'intérieur de la population, la contamination toujours présente de leur environnement et la circulation maritime fréquente et croissante sont des aspects préoccupants qui pourraient affecter le rétablissement de la population.

Bélugas.



Photo: R. Michaud / GREMM

LE STATUT DE LA POPULATION DE BÉLUGAS DU SAINT-LAURENT

On pense que la population de bélugas du Saint-Laurent comptait environ 5 000 individus vers la fin des années 1800. La baisse drastique des effectifs est expliquée par la chasse intensive dont ont fait l'objet les bélugas pour l'exploitation de l'huile et du cuir de ces animaux. Croyant qu'ils nuisaient aux stocks de poisson, on a même déjà offert des primes pour la capture de bélugas. La chasse dans le Saint-Laurent a été interdite en 1979 en vertu de la *Loi sur les pêches*. En 1983, en raison de la faible taille de la population et de la crainte d'une poursuite de son déclin, le *Comité sur le statut des espèces menacées de disparition au Canada* (CSEMDC) attribuait à la population de bélugas de l'estuaire du Saint-Laurent le statut de population *en danger de disparition*. En 1997, le statut du béluga du Saint-Laurent a été réexaminé. La majorité en faveur d'un changement de statut de population *en danger de disparition* à *menacée* était trop faible pour que le changement soit accepté.

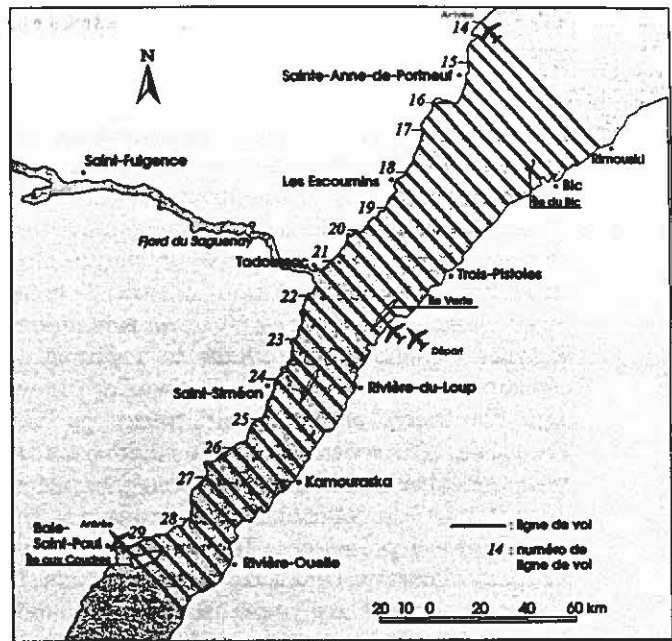


FIGURE 4-1 Carte de l'aire d'étude montrant les lignes de vol suivies lors du relevé photographique aérien des bélugas dans l'estuaire du Saint-Laurent en 1997.

LE PLAN DE RÉTABLISSEMENT DU BÉLUGA DU SAINT-LAURENT

Le *Plan de rétablissement du béluga du Saint-Laurent*, premier du genre pour un mammifère marin au Canada, a été rendu public en février 1996. Ce plan fut élaboré par un groupe d'experts indépendants provenant des milieux scientifiques, gouvernementaux et privés, appuyé conjointement par le ministère des Pêches et des Océans (MPO) et par le Fonds mondial pour la nature - Canada (WWF - Canada).

Dans un premier temps, le travail de cette équipe a consisté à passer en revue toute l'information disponible et pertinente sur la situation du béluga. Ceci a permis d'identifier les facteurs, connus ou probables, qui menacent les bélugas du Saint-Laurent et sont susceptibles de limiter son rétablissement. Cet exercice a conduit à la formulation de 56 recommandations qui sont regroupées en 5 stratégies d'intervention.

Les 5 stratégies d'intervention proposées par l'équipe de rétablissement du béluga :

- Réduire, dans l'écosystème du Saint-Laurent, l'ensemble des contaminants toxiques qui auraient des impacts négatifs sur les bélugas;
- Réduire le dérangement causé par les activités humaines dans les zones fréquentées par les bélugas;

- Prévenir les catastrophes écologiques et prendre les mesures d'urgence requises;
- Assurer un suivi de l'état de la population;
- Examiner les autres obstacles possibles au rétablissement du béluga.

L'objectif de ce plan de rétablissement est d'améliorer suffisamment le sort de cette population pour justifier que le statut officiel *en danger de disparition* soit modifié d'abord à *menacée*, puis à *vulnérable*. Ce dernier statut est le meilleur possible actuellement, compte tenu de l'isolement et de la marginalité de cette population et de la présence humaine qui peuvent affecter le béluga dans le Saint-Laurent.

Trois des catégories établies par le Comité sur le statut des espèces menacées de disparition au Canada :

En danger de disparition : une espèce exposée à une disparition ou à une extinction imminente.

Menacée : une espèce susceptible de devenir en danger de disparition si les facteurs limitants auxquels elle est exposée ne sont pas supprimés.

Vulnérable : une espèce qui est préoccupante à cause de caractéristiques qui la rendent particulièrement sensible aux activités humaines ou à certains phénomènes naturels.

LA MISE EN ŒUVRE DU PLAN DE RÉTABLISSMENT

En réponse au *Plan de rétablissement du béluga du Saint-Laurent*, Pêches et Océans Canada, Environnement Canada, Patrimoine canadien (Parcs Canada) et Environnement et Faune Québec ont publié en juillet 1996 un plan de mise en œuvre des recommandations relevant de leurs juridictions. L'examen des 56 recommandations formulées par le groupe d'experts a permis de constater que près de 75 % d'entre elles étaient déjà planifiées, en cours ou, même parfois, complétées. Par contre, plusieurs initiatives nouvelles, décidées spécifiquement pour rencontrer les attentes du plan de rétablissement ont également été présentées. Tout comme l'équipe d'experts, les gouvernements considèrent que le niveau encore élevé de contamination des bélugas, la taille restreinte et l'isolement de la population, ainsi que l'exposition des bélugas à une présence humaine intense, sont autant d'éléments qui justifient la poursuite des efforts de protection et de surveillance.

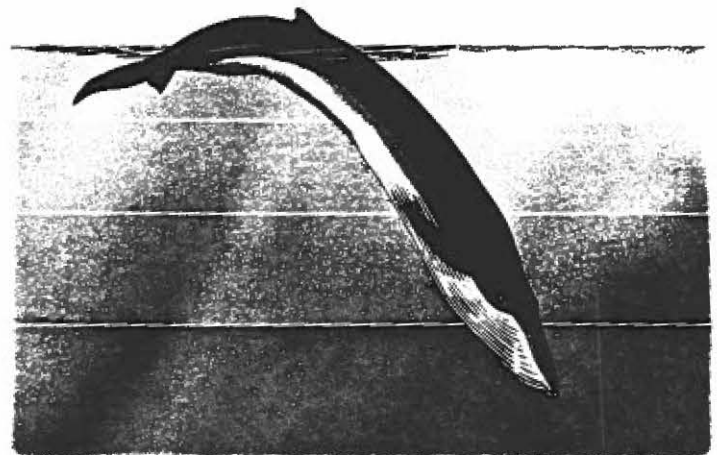
L'initiative principale entourant la mise en œuvre du plan de rétablissement a été de former, en collaboration avec WWF, un comité mandaté pour surveiller et favoriser la mise en œuvre du plan par les ministères, l'industrie et les organismes non gouvernementaux.

En résumé, le *Plan de rétablissement du béluga du Saint-Laurent* et le plan de mise en œuvre ont permis de faire le point sur la situation actuelle, sur les progrès accomplis et sur les objectifs qui restent à atteindre. Ils ont également permis de constater que la problématique du béluga s'inscrit dans une entreprise beaucoup plus vaste qui est l'amélioration générale de la qualité environnementale du Saint-Laurent. Le succès du plan est conditionnel à la volonté des gouvernements, des organismes non gouvernementaux, des industries et du grand public de participer à la protection des bélugas et à la restauration du Saint-Laurent. Ces actions favoriseront non seulement le béluga, mais l'écosystème en général et la santé humaine en particulier.

RELEVÉS AÉRIENS DES CÉTACÉS DANS LE GOLFE DU SAINT-LAURENT

Des relevés aériens des cétacés présents dans le golfe du Saint-Laurent ont été réalisés en 1995 (fin août-début septembre) et en 1996 (fin juillet-début août). Les dénombrements ont été effectués visuellement à bord d'un avion qui suivait une grille de transects. Le Golfe a été subdivisé en trois secteurs : le nord, le centre et le sud. En 1995, la grille de transects couvrait l'ensemble du Golfe. En 1996, les efforts ont été concentrés dans la partie nord et dans une portion du centre du Golfe. Parmi les dix espèces de cétacés observées, sept espèces ont permis des analyses quantitatives.

- Le petit rorqual était omniprésent dans le golfe du Saint-Laurent, mais plus fréquemment observé dans la partie nord du Golfe. Les scientifiques ont obtenu des estimés de 1 000 petits rorquals pour l'ensemble du Golfe en 1995 et 600 dans le secteur nord en 1996.
- En 1995, on a estimé qu'il y avait 12 000 dauphins à flancs blancs dans le golfe du Saint-Laurent. Par contre, pratiquement aucun dauphin n'a été observé en 1996. Cette situation pourrait être expliquée par le fait que le survol a été réalisé un mois plus tôt en 1996.



Rorqual commun.

- Les estimés obtenus pour le rorqual commun ont été de quelques centaines d'individus et d'une centaine pour le rorqual à bosse. La plupart des rorquals ont été observés dans la partie nord-est du Golfe.
- Les dauphins à nez blanc ont été observés uniquement dans le détroit de Belle Isle et à l'extrémité nord-est du Golfe. Les estimés ont été de 2 500 pour chacune des deux années de survol.

LES PHOQUES DE L'ESTUAIRE DU SAINT-LAURENT

Le phoque gris, le phoque du Groenland, le phoque à capuchon et le phoque commun sont les quatre espèces de phoques le plus communément observées dans l'estuaire du Saint-Laurent.

- Les marsouins communs étaient plus nombreux dans le nord du Golfe. Ils étaient aussi présents dans le centre et le sud du Golfe, mais à des densités plus faibles. On a estimé 12 000 marsouins pour l'ensemble du Golfe en 1995 et 21 000 marsouins uniquement dans le nord du Golfe en 1996.
- Les globicéphales noirs ont été observés dans la partie sud-est du Golfe qui a été survolée seulement en 1995. L'estimé a été d'environ 1 500 globicéphales.
- Le rorqual bleu et le béluga ont été observés trop rarement pour permettre des analyses fiables. La dixième espèce observée n'a pas pu être identifiée.

- Les phoques gris passent l'hiver dans le golfe du Saint-Laurent et au large des côtes de la Nouvelle-Écosse, mais fréquentent l'Estuaire entre les mois de mai et novembre.
- Les phoques du Groenland et les phoques à capuchon passent généralement l'été dans l'Arctique et fréquentent l'Estuaire seulement pendant l'hiver et le printemps, soit de décembre à mai. Cependant, un nombre croissant de phoques du Groenland sont maintenant régulièrement observés dans l'Estuaire au cours de l'été.
- Les phoques communs sont les seuls qui résident à l'année dans l'Estuaire.

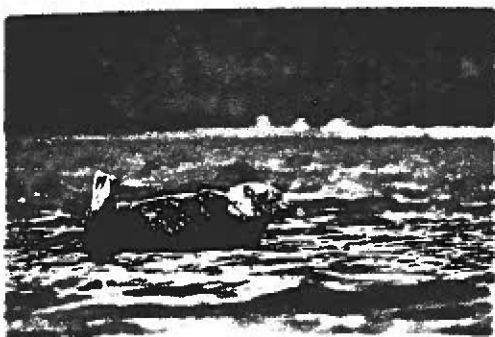


Photo : F. Bélanger

Phoque gris (mâle).



Photo : J.-F. Gosselin

Phoques du Groenland (femelle et jeune).



Photo : J.-F. Gosselin

Phoques à capuchon (femelle, jeune et mâle).

LE PHOQUE COMMUN

Le relevé aérien de la population

On dispose de peu d'information sur le phoque commun de l'estuaire du Saint-Laurent. L'examen des données existantes révèle des ressemblances frappantes avec le béluga dans l'histoire récente de cette espèce. Par exemple, la population de phoques communs, comme celle des bélugas, a été l'objet d'un programme de chasse à primes qui a grandement réduit ses effectifs. Les premières estimations produites dans les années 1970 évaluaient la population à environ 13 000 individus pour l'Est du Canada, dont 700 dans l'Estuaire.

De 1995 à 1997, des relevés aériens ont été effectués le long des rives nord et sud de l'Estuaire en comptant le nombre de phoques sur les sites d'échouerie. Un site d'échouerie est un secteur côtier souvent parsemé de gros rochers où les phoques viennent se reposer. Entre 500 et 600 phoques communs ont été dénombrés sur les sites d'échouerie localisés entre Sainte-Anne-des-

Monts et Saint-Jean-Port-Joli (voir Figure 4-2). Ces chiffres n'ont toutefois pas été corrigés pour les animaux absents des sites d'échouerie au moment du survol. Ils suggèrent néanmoins qu'il y a eu peu de changements dans l'effectif de la population de phoques communs depuis les années 1970.

Le déplacement et les activités de plongée

Les chercheurs ont utilisé la télémétrie par satellite et d'autres dispositifs de suivi à distance pour améliorer nos connaissances sur les patrons de déplacement et de migration de cette espèce ainsi que sur leurs activités de plongée. En plus de fournir les profondeurs de plongée et les vitesses de nage des phoques (Figure 4-3), l'information obtenue indique que les phoques communs sont relativement sédentaires. En effet, la majorité des animaux marqués (à l'aide d'un émetteur collé sur leur fourrure) ont passé l'hiver dans l'Estuaire dans la région s'étendant de Bic à Métis-sur-Mer. En outre, les échanges entre les sites d'échouerie semblent limités, c'est-à-dire que les animaux retournent généralement aux mêmes sites d'échouerie.

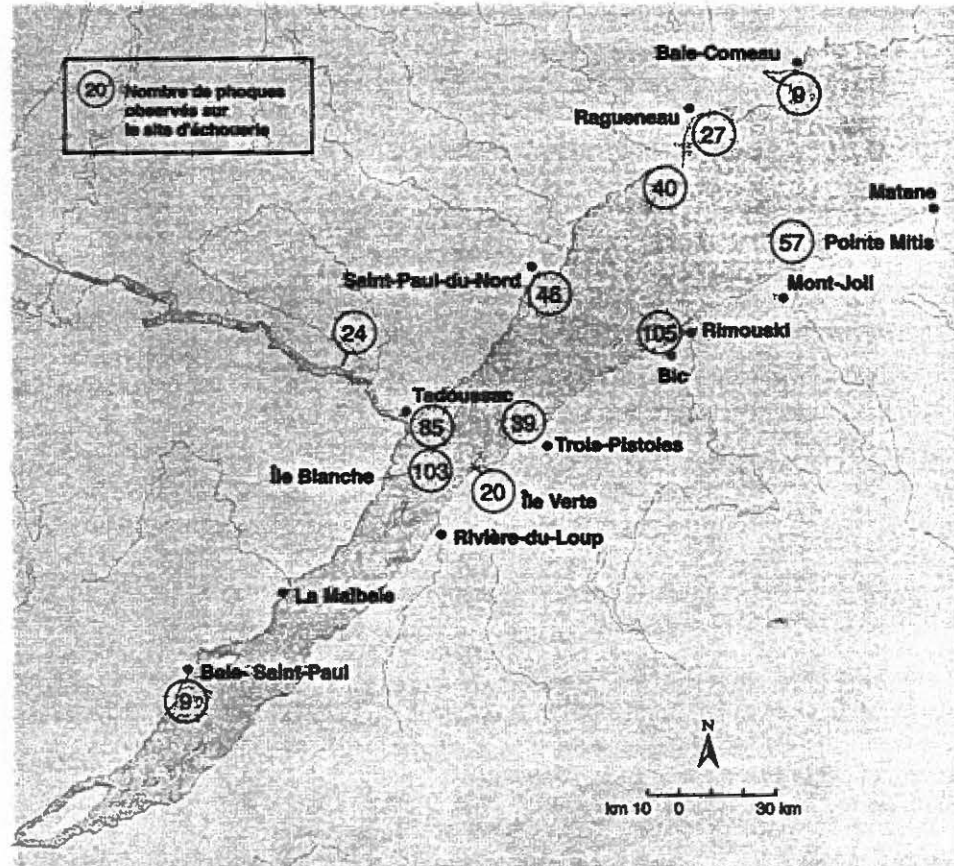


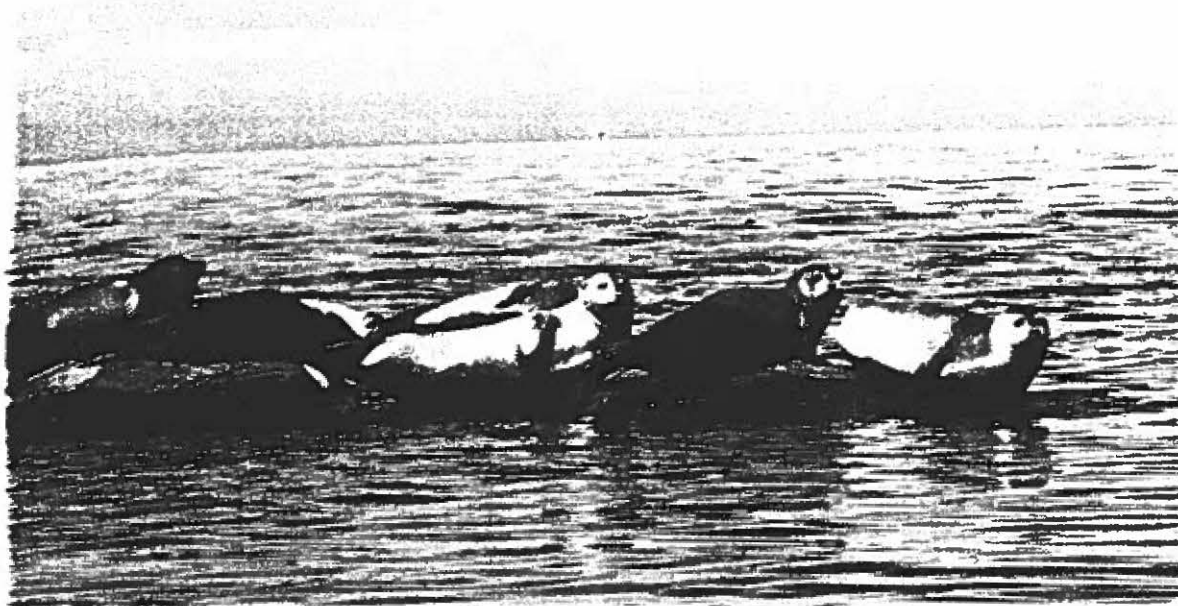
FIGURE 4-2 Localisation des principaux sites d'échouerie de phoques communs dans l'estuaire du Saint-Laurent entre 1995 et 1997.

4-2).
pour
qu'il
le la
les

igée

par
ance
rons
pèce
s de
sses
tion
sont
des
sur
aire
Mer.
erie
aux
ites

Photo : V. Lesage



Phoques communs.

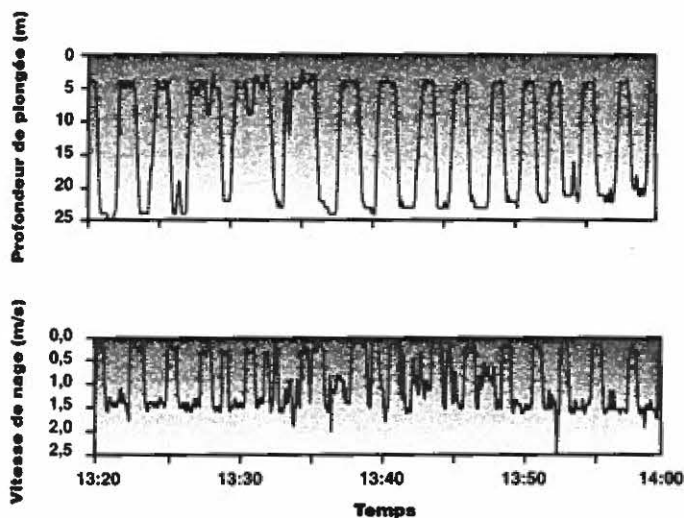


FIGURE 4-3 Profondeurs de plongée et vitesses de nage d'un phoque commun dans la région du Bic en août 1996 pendant 40 minutes d'activités.

LES CONTAMINANTS

Des études sur les contaminants ont aussi été réalisées sur les phoques communs. Les teneurs moyennes en biphenyles polychlorés (BPC) mesurées dans le gras chez les phoques communs vivants ($43,2 \mu\text{g/g}$ de lipides) étaient similaires à celles enregistrées chez les bélugas échoués ($39,8 \mu\text{g/g}$ de lipides), mais beaucoup plus élevées que celles mesurées chez les autres pinnipèdes comme les phoques gris ($5,6 \mu\text{g/g}$ de lipides) et les phoques du Groenland ($1,5 \mu\text{g/g}$ de lipides) qui ne résident pas à l'année dans l'estuaire du Saint-Laurent. L'impact de ces niveaux de contaminants sur ces animaux reste cependant à être évalué.

MIEUX COMPRENDRE LES BALEINES GRÂCE À L'HYDROACOUSTIQUE

L'extrémité amont du chenal Laurentien, située dans la région de Tadoussac, représente le secteur de l'Estuaire maritime le plus fréquenté au cours de l'été par les rorquals, particulièrement le petit rorqual et le rorqual commun. Ces grands mammifères marins reviennent dans la région pour se nourrir des importantes concentrations de poissons et de petits crustacés (communément appelés krill) qui s'y trouvent. Cette région serait d'ailleurs la plus riche zone d'agrégation de krill documentée à ce jour dans le nord-ouest de l'Atlantique. On pense que les baleines, dans le but de se nourrir de façon plus efficace, recherchent activement des concentrations de krill et de poissons. Par ailleurs, pour comprendre les comportements alimentaires des baleines, il est d'abord essentiel de mieux connaître les mécanismes expliquant l'accumulation de leur nourriture dans cette région.

À l'aide de l'hydroacoustique, les chercheurs ont observé une relation entre la présence des gradients physiques (fronts) et la présence d'accumulations d'organismes. En effet, ils ont démontré par exemple que les capelans, qui constituent une source de nourriture importante pour les petits rorquals et les rorquals communs,

s'accumulaient fréquemment dans les zones frontales (Figure 4-4). Des agrégations de jeunes capelans ont en effet été notées dans plus de 70% des observations de fronts. Les scientifiques pensent que les rorquals pourraient profiter de la présence de ces fronts et de ces barrières thermiques pour développer des stratégies de capture et optimiser leur succès d'alimentation. Ainsi, les zones frontales auraient un effet sur la distribution des baleines en influençant la répartition des capelans.

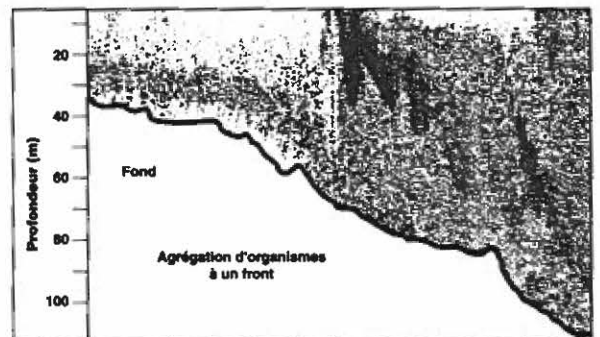


FIGURE 4-4 Image acoustique illustrant une accumulation importante d'organismes vivants (en rouge) au niveau d'un front. Les deux masses d'eau de part et d'autre du front sont, à droite, les eaux plus chaudes et moins salées du fjord Saguenay et, à gauche, les eaux plus froides et plus salées de l'estuaire maritime du Saint-Laurent.

QU'EST-CE QU'UN FRONT?

L'estuaire maritime du Saint-Laurent est caractérisé par la présence du chenal Laurentien qui atteint des profondeurs de 300 à 350 mètres. Les eaux froides et salées en provenance du golfe du Saint-Laurent et

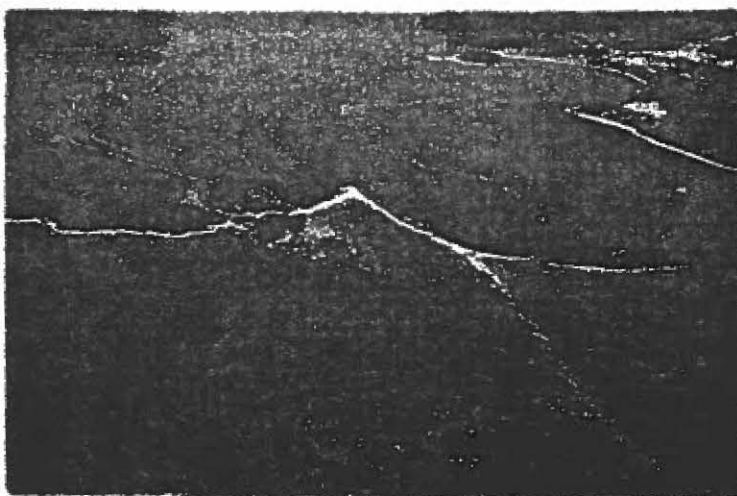


Photo : S. Cadieux

Photo aérienne du front formé, à la marée montante, à l'embouchure du fjord du Saguenay, par la rencontre des eaux provenant du chenal Laurentien et de celles du fjord du Saguenay et de l'Estuaire moyen.

de l'Atlantique remontent l'Estuaire maritime dans ce chenal jusqu'à son extrémité amont, située à l'embouchure du fjord du Saguenay. Dans ce secteur, la profondeur passe de plus de 300 mètres à 50 mètres sur seulement 20 kilomètres. Cette remontée abrupte de la topographie crée une accélération des courants vers la surface et vers l'amont où les eaux du chenal Laurentien rencontrent celles du fjord du Saguenay et de l'Estuaire moyen qui s'écoulent en sens inverse. La rencontre de ces masses d'eau différentes en température, en salinité et en densité mène à un mélange intense et à la création de zones de changements abrupts, qu'on appelle des fronts. Les fronts peuvent être observés à diverses échelles spatiales et temporelles et sont parfois accompagnés d'un phénomène de convergence visible à la surface par l'accumulation d'écume, d'organismes vivants ou de débris flottants.

zones
unes
72
iques
de la
ières
s de
tion.
sur la
it la



L'HYDROACOUSTIQUE PERMET DE VOIR DANS LA MER

Les biologistes se servent de l'hydroacoustique pour repérer et estimer les concentrations des agrégations de poissons, de zooplancton ou d'autres organismes présents dans la colonne d'eau ou sur le fond. Ces résultats servent, entre autres, à l'évaluation des stocks de certaines espèces de poissons. Le principe de base de l'hydroacoustique consiste en l'émission dans l'eau, à l'aide d'un échosondeur, d'une impulsion sonore dont une partie de l'énergie est réfléchi lorsqu'elle rencontre une cible, par exemple des poissons. Le temps écoulé entre l'émission et la réception, l'intensité du signal réfléchi et sa direction permettent de mesurer la distance de la cible, sa dimension et sa position dans la colonne d'eau. Chaque cible possède des propriétés réfléchissantes propres, qu'on appelle signature acoustique, qui permettent de distinguer les bancs des diverses espèces de poissons tels la morue, le sébaste et le capelan, des nuages de copépodes et d'euphausiides (krill). Pour valider les signatures acoustiques, un échantillon est prélevé au moyen de filets ou de chaluts. Les échos qui proviennent du zooplancton ou des poissons sont ensuite traduits en termes de biomasse ou de nombre de poissons.



Rorqual bleu en train de s'alimenter.

LES ÉCHOUAGES DE MAMMIFÈRES MARINS DANS LE SAINT-LAURENT

À chaque année, plusieurs échouages de mammifères marins surviennent dans le Saint-Laurent. On utilise le terme «échouage» lorsqu'un animal est pris sur la rive, mais incapable de retourner à l'eau par lui-même, qu'il soit malade, affaibli ou tout simplement égaré.



Équipe de scientifiques en train de faire un examen post mortem d'une baleine à bec mâle, échouée à Sept-Îles, le 8 septembre 1997. Cet animal pesait 4,2 tonnes et mesurait 6,6 mètres.

Les premiers témoins des échouages sont souvent les riverains, qui sont d'ailleurs nombreux à signaler les incidents au MPO. À l'aide de nombreux collaborateurs, un réseau de communication a donc été créé pour recevoir les appels du public provenant de tous les coins du Québec. Chaque incident communiqué à l'Institut Maurice-Lamontagne (IML) est noté avec le plus de détails possibles. Lorsque l'animal mort répond aux critères de sélection (bon état de conservation, accessibilité, distance raisonnable de l'IML) ou durant des incidents exceptionnels, une équipe se rend sur place. Cette équipe fait la nécropsie (examen post mortem) sur la berge ou ramène la carcasse à l'IML pour y effectuer les prélèvements. Dans le cas des bélugas, les carcasses sont transportées à la Faculté de médecine vétérinaire de Saint-Hyacinthe où une nécropsie complète est effectuée.

Les scientifiques recueillent diverses données sur les mammifères marins échoués qui peuvent leur permettre

d'étudier leur distribution, leur dynamique de population, leur anatomie, leur diète ou leur reproduction. De plus, les organes et tissus prélevés peuvent être utilisés, notamment pour des études en génétique, en toxicologie, en pathologie, en parasitologie et en microbiologie.

En 1996, il y a eu 108 cas d'échouage de mammifères marins au Québec qui ont été signalés par le public (Figure 4-5). Depuis 1990, sept espèces de cétacés et cinq espèces de phoques ont été impliquées dans les divers événements d'échouage. Les causes possibles de ces échouages sont la maladie, la sous-alimentation, le traumatisme, les erreurs de navigation, les accidents et les interactions avec les activités humaines. Néanmoins, il est souvent difficile de déterminer la cause exacte d'un échouage, même après un examen post mortem.

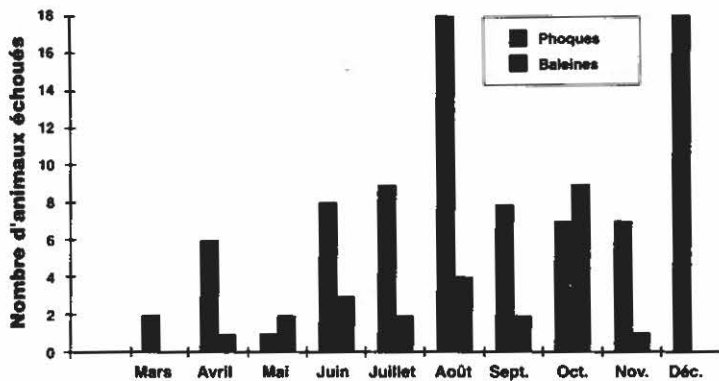


FIGURE 4-5 Nombre d'échouages de phoques et de baleines signalés en 1996. Les espèces de phoques échoués sont le phoque commun, le phoque gris, le phoque du Groenland et le phoque à capuchon. Les espèces de baleines sont le petit rorqual, le rorqual commun, le béluga, le marsouin commun et le dauphin à flancs blancs.

LA SANTÉ DES MAMMIFÈRES MARINS

Dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent, l'examen de mammifères marins échoués, chassés, noyés dans des filets ou vivants a permis d'acquérir de nouvelles données sur des agents qui provoquent des maladies (agents pathogènes). Les résultats d'analyses de sérum ont démontré que les phoques de la région sont exposés, entre autres, au morbillivirus du phoque, un virus qui a tué plus de 17 000 phoques en Europe en 1988 et 1989, au distemper ainsi qu'à deux bactéries qui pourraient provoquer un avortement chez les

animaux et les humains. Par contre, le béluga du Saint-Laurent ne semble pas être exposé au morbillivirus du dauphin et du marsouin, deux autres virus qui ont causé la mort de centaines de cétacés en Europe. Les scientifiques ont également observé chez certaines espèces de phoques (par exemple chez 80 % des phoques gris), la présence d'un microorganisme qui fait partie de la flore buccale normale des phoques, mais qui peut provoquer une maladie pulmonaire chez ces animaux, de même qu'une maladie chez les humains appelée *doigt de phoque* (*seal-finger*). Cette maladie représente uniquement un risque pour la santé des personnes qui manipulent les phoques, soit les chasseurs, les scientifiques qui les étudient et le personnel dans les aquariums ou les centres de réhabilitation.

Divers types de vers parasites (vers ronds, vers solitaires, acanthocéphales et douves) et de protozoaires pathogènes infectent également les phoques et les cétacés. Plusieurs d'entre eux ont peu d'effet sur leur santé, à moins qu'ils ne soient présents en grand nombre. Néanmoins, les vers pulmonaires peuvent provoquer des problèmes respiratoires graves chez les phoques et les cétacés, menant à la maladie ou même à la mort. Certains vers sont transmissibles aux humains. Le ver de la baleine et le ver du phoque, par exemple, sont transmis aux poissons. Ils pourraient ensuite être transmis aux consommateurs de poisson. Cependant, les risques d'infection pour l'humain sont nuls lorsque le poisson est bien cuit, a été fumé à chaud, est bien mariné ou a été congelé pendant quatre à cinq jours à -20°C .

Par ailleurs, les contaminants peuvent affecter le système immunitaire de certains animaux, les rendant plus susceptibles aux infections virales, bactériennes ou parasitaires, incluant les maladies respiratoires qui sont particulièrement néfastes pour les animaux qui plongent. Les bélugas retrouvés sur les rives de l'estuaire du Saint-Laurent sont infectés par le ver pulmonaire du parenchyme dans près de 90 % des cas examinés. De plus, des examens histopathologiques ont démontré que sept bélugas sur neuf échoués dans l'Estuaire souffraient d'une pneumonie attribuable à la présence de vers, appelée pneumonie vermineuse. Cependant, bien que les concentrations de contaminants mesurées dans les carcasses de bélugas du Saint-Laurent soient élevées, le rôle des contaminants dans la prévalence et l'intensité de leurs infections n'est pas connu.

GLOSSAIRE

Agrégation : regroupement de nombreux individus.

Amont : partie d'un cours d'eau comprise entre un point considéré et la source.

Biomasse : masse de matière organique vivante, animale ou végétale, par unité de surface ou de volume.

Chenal : correspond généralement à la partie la plus profonde d'une rivière ou d'un cours d'eau.

Colonne d'eau : volume d'eau entre la surface de la mer et le fond marin.

Distemper : maladie infectieuse virale, fébrile, aiguë et très contagieuse.

Doigt de phoque : infection bactérienne du doigt ou de la main causée chez les humains suite à un contact avec un phoque infecté.

Dynamique des populations : étude de l'évolution de la structure des populations.

Gradient : taux de variation d'une grandeur physique en fonction de la distance ou du temps.

Histopathologie : étude de l'anatomie microscopique des tissus malades.

Nécropsie (examen post mortem) : examen

réalisé suite à la mort d'un animal pour en étudier les lésions, effectuer des prélèvements et tenter de poser un diagnostic pouvant expliquer sa mort.

Parasite : organisme animal ou végétal qui se développe et se nourrit aux dépens d'un être vivant, lui portant préjudice, mais sans le détruire.

Parasitologie : étude des parasites animaux ou végétaux.

Parenchyme : tissu d'un organe ou d'une glande qui assure son fonctionnement, par opposition au tissu conjonctif de soutien.

Pathogène : se dit d'un organisme susceptible de causer des lésions ou des maladies.

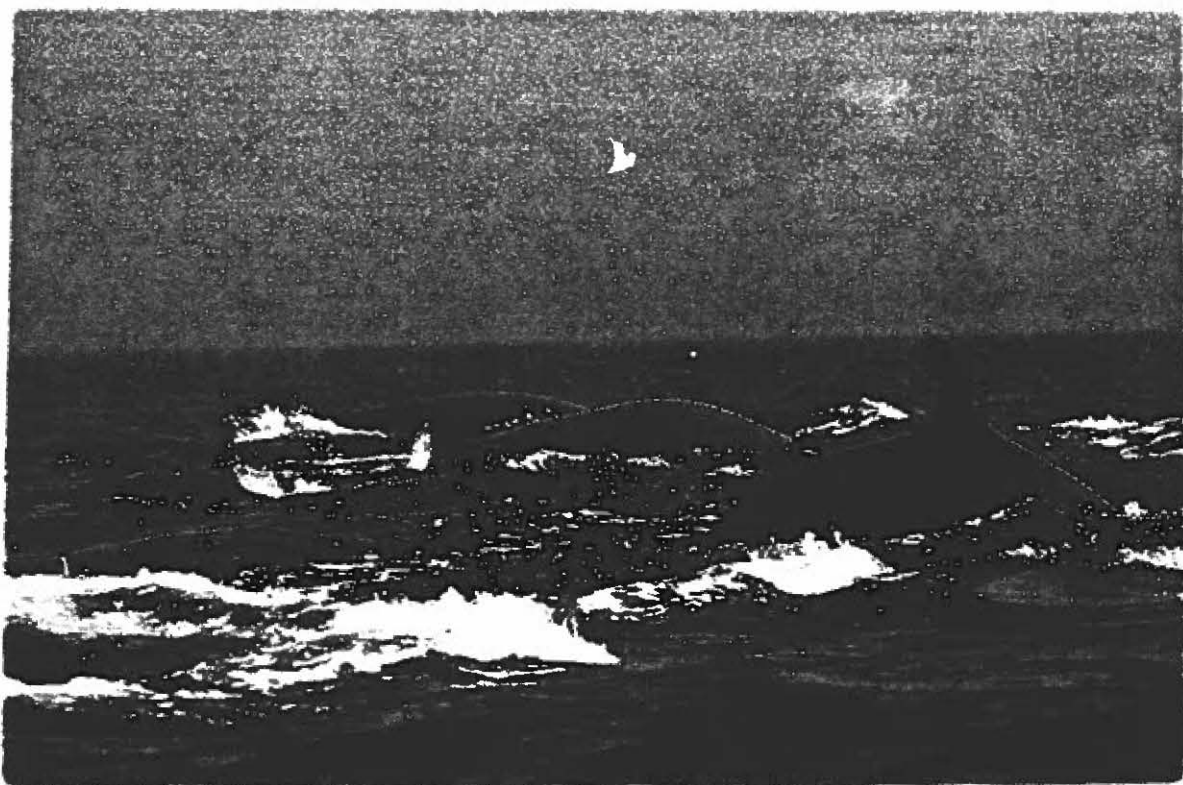
Pathologie : science consacrée à l'étude des maladies et de leurs effets.

Protozoaire : animal unicellulaire, en général microscopique.

Sérum : composante liquide du plasma sanguin.

Transect : bande étroite ou ligne tracée réellement ou virtuellement à l'intérieur d'un milieu donné et qui permet d'en faire l'analyse, le profil et la cartographie.

µg/g : microgramme (un millionième de gramme = 10^{-6} gramme) d'une substance par gramme de sédiment ou de masse biologique.



Groupe de rorquals communs.

RÉFÉRENCES

- Équipe de rétablissement du béluga du Saint-Laurent. 1995. Plan de rétablissement du béluga du Saint-Laurent. Ministère des Pêches et des Océans et Fonds mondial pour la nature - Canada, 73 p.
- Gosselin, J.-F., L.N. Measures et J. Huot. 1998. Lungworm (Nematoda : Metastrongyloidea) infections in Canadian phocids. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 55 : 825-834.
- Kingsley M.C.S. 1996. Estimation d'un indice d'abondance de la population de bélugas du Saint-Laurent en 1995. *Rapp. tech. can. sci. halieut.* 2117 : vi + 42 p.
- Kingsley, M.C.S. 1998. Population index estimates for the St. Lawrence belugas, 1973-1997. *Marine Mammal Science*, 14 (3) : 508-530.
- Kingsley, M.C.S. et R.R. Reeves. Aerial surveys of cetaceans in the Gulf of St. Lawrence in 1995 and 1996. *Can. J. Zool.* 76 : 1529-1550
- 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.
- Lesage, V. et M.C.S. Kingsley. 1998. Updated status of the St. Lawrence River population of the beluga; *Delphinapterus leucas*. Rapport préparé pour le *Comité sur le statut des espèces menacées d'extinction au Canada*. *Can.Fld-Nat.* 112 (1) : 98-114.
- Lesage, V. et M.C.S. Kingsley. 1995. Bilan des connaissances de la population de bélugas (*Delphinapterus leucas*) du Saint-Laurent. *Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat.* 2041 : vii + 44 p.
- Lesage, V., M.O. Hammil et K.M. Kovacs. 1995. Harbour seal (*Phoca vitulina*) and grey seal (*Halichoerus grypus*) abundance in the St. Lawrence Estuary. *Can. Manuscr. Rep. Fish. Aquat. Sci.* 2307 : iii + 19 p.
- Marchand, C. 1997. Étude des agrégations de proies potentielles pour les rorquals détectées par acoustique dans les fronts à la tête du chenal Laurentien. Thèse M. Sc., Université du Québec à Rimouski, Rimouski, Canada, 161 p.
- Measures, L.N., P. Béland, D. Martineau et S. De Guise. 1995. Helminths of an endangered population of beluga, *Delphinapterus leucas*, in the St. Lawrence Estuary, Canada. *Can. J. Zool.* 73 : 1402-1409.
- Myers, R.A., M.O. Hammill et G.B. Stenson. 1997. Using mark-recapture to estimate the numbers of a migrating stage-structured population. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 54 : 2097-2104.
- Pêches et Océans Canada, Environnement Canada, Parc marin du Saguenay - Saint-Laurent, Environnement et Faune Québec. 1996. Plan de mise en œuvre des partenaires de SLV 2000 en réponse aux recommandations du *Plan de rétablissement du béluga du Saint-Laurent*, 46 p.
- Pêches et Océans Canada. 1995. Le recensement aérien des bélugas du Saint-Laurent. Feuillet d'information sur l'état de l'environnement marin du Saint-Laurent, 4 p.
- Simard, Y. 1994. Comment la mer nourrit-elle les baleines à Tadoussac? Ou le pourquoi océanographique de la visite estivale des rorquals dans l'estuaire maritime du Saint-Laurent, à la tête du chenal Laurentien (Tadoussac, Les Escoumins, Grandes-Bergeronnes). *L'Euskarien*, 16 (2) : 33-38.

contaminants



faits saillants

**Suivi des contaminants
dans les sédiments et les
organismes marins**

**Comprendre le transfert des
contaminants aux organismes
vivants**

**État de santé de l'anguille
d'Amérique**

**Impacts de certains contaminants
sur la santé de la plie
canadienne**

**Développement de méthodes
biologiques permettant
d'améliorer la protection
de l'environnement**

La barge Irving Whale

SUIVI DES CONTAMINANTS DANS LES SÉDIMENTS DU SAINT-LAURENT MARIN

L'estuaire et le golfe du Saint-Laurent reçoivent les eaux de ruissellement d'un des bassins de drainage les plus urbanisés et industrialisés d'Amérique du Nord, celui des Grands Lacs et du Saint-Laurent. Un suivi des contaminants dans les sédiments est effectué dans le Saint-Laurent marin en prélevant régulièrement des carottes de sédiments. Une carotte de sédiments est constituée de couches successives de sédiments déposées avec le temps à un endroit donné. Son analyse fournit des informations sur la nature et les niveaux des contaminants et permet de connaître l'histoire de la contamination depuis l'époque préindustrielle jusqu'à nos jours.

Les concentrations de contaminants mesurées dans les sédiments sont généralement moins

Photo : J. Munro

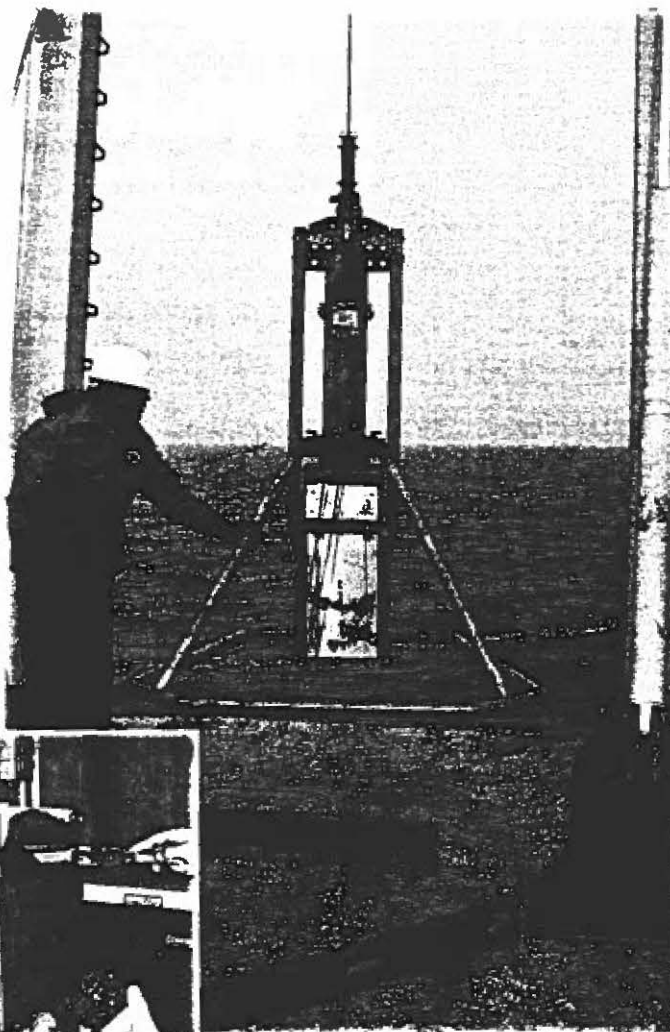


Photo : K. Côté

*Échantillonnage d'une
carotte de sédiments.*

élevées dans l'Estuaire que dans les zones portuaires et dans les milieux riverains soumis aux effluents industriels et domestiques. Néanmoins, les travaux de recherche menés de 1993 à 1998 ont démontré que l'activité humaine a modifié la composition chimique des sédiments du Saint-Laurent marin. Ces travaux ont, entre autres, permis de mettre en évidence les observations suivantes :

- Depuis un siècle, l'accumulation de **mercure** de source industrielle dans les sédiments de l'estuaire du Saint-Laurent a été six fois plus élevée que celle de mercure de source naturelle. Les usines de chlore et d'alcali seraient principalement responsables de la contamination par le mercure, particulièrement dans le fjord du Saguenay. Depuis 1970, ces usines ont considérablement réduit leurs rejets de mercure.
- Les sédiments de l'Estuaire renferment quelque 13 000 tonnes métriques de **plomb** en excès du plomb de source naturelle. Cette contamination provient pour une large part de l'utilisation des alkyles de plomb comme antidétonants ajoutés dans les essences automobiles des années 1920 jusqu'aux années 1970. Les exploitations minières et les fonderies constituent également de bonnes sources de plomb pour l'environnement marin.
- L'**argent** est aussi un contaminant répandu dans les sédiments de l'estuaire du Saint-Laurent. Ses concentrations dans les sédiments sont à certains endroits cinq fois plus élevées que les niveaux naturels. Les effluents municipaux constituent la principale source d'argent dans le Saint-Laurent.
- Les concentrations en **arsenic** dans les sédiments du fjord du Saguenay atteignent jusqu'à 60 mg/kg, ce qui dépasse de beaucoup les niveaux mesurés dans les sédiments du golfe du Saint-Laurent. Cependant, cet excès d'arsenic dans les sédiments s'explique par des facteurs géochimiques naturels et non par une contamination résultant de l'activité humaine.
- Les chercheurs ont estimé qu'une vingtaine de tonnes métriques de **biphényles polychlorés (BPC)** étaient accumulés dans les sédiments de l'Estuaire maritime et près d'une dizaine dans ceux du golfe du Saint-Laurent, par rapport à 130 tonnes dans les sédiments

du lac Ontario. Ces composés chimiques sont des produits de synthèse; ils ne se retrouvent donc pas naturellement dans l'environnement. Les BPC persistent longtemps dans l'environnement, certains d'entre eux n'étant pratiquement pas biodégradables. Leurs propriétés physiques et chimiques leur ont valu, depuis environ 1930, d'être largement utilisés comme fluides hydrauliques, caloporteurs (systèmes de transfert de chaleur) et diélectriques (transformateurs et condensateurs électriques). Ils ont aussi été utilisés dans la fabrication de nombreux produits d'usage courant (caoutchoucs, peintures, plastiques, colles, textiles). Depuis le 1^{er} juillet 1980, il est cependant interdit d'employer les BPC dans tout nouveau produit au Canada.

- En 1995, la présence de **dioxines** et de **furanes** a été décelée pour la première fois dans les sédiments de l'estuaire maritime du Saint-Laurent. À l'exception de la baie des Anglais, les concentrations mesurées dans les carottes de sédiments de l'Estuaire maritime étaient représentatives d'un milieu faiblement contaminé. Les niveaux les plus élevés étaient deux fois plus faibles que les teneurs maximales mesurées dans les lacs Michigan et Supérieur et 10 fois plus faibles que celles observées dans le lac Ontario.

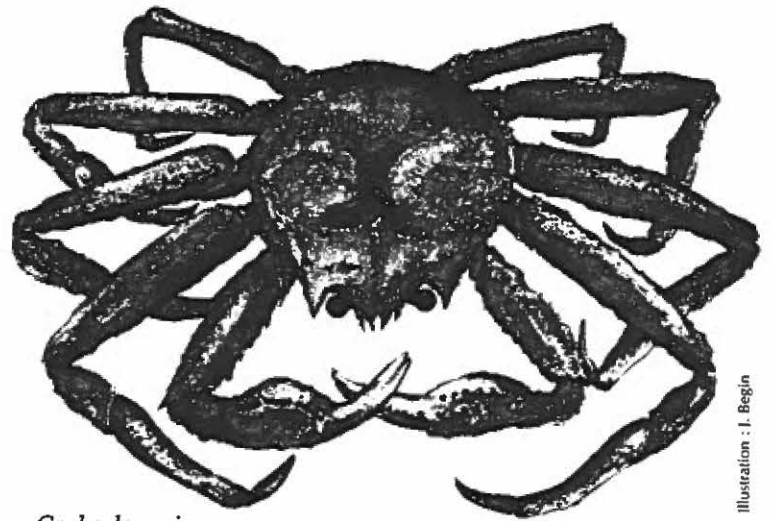
On a aussi estimé la charge de dioxines et de furanes dans des carottes de sédiments, c'est-à-dire les quantités totales de ces composés chimiques qui se sont accumulés de la surface de la carotte jusqu'à la profondeur où l'on ne peut plus les mesurer. Pour calculer cette charge, en plus de tenir compte des niveaux de contaminants dans les différentes couches, on doit considérer le taux de sédimentation et la porosité du sédiment à un endroit donné. Les résultats ont montré que la charge par unité de surface de dioxines et de furanes est généralement plus élevée dans les sédiments à la tête du chenal Laurentien (près de Tadoussac) que dans ceux des Grands Lacs, et ce, malgré que les concentrations soient plus élevées dans les Grands Lacs. Cette situation s'explique par le fait qu'il y a une sédimentation plus importante dans le chenal Laurentien, ce qui a pour effet de diluer les concentrations de dioxines et de furanes. Seul le lac Ontario montre une charge par unité de surface de ces contaminants dans les sédiments trois fois plus élevée que celle mesurée dans les sédiments de l'estuaire du Saint-Laurent.

Bien que les incendies de forêt et les volcans soient des sources naturelles de dioxines et de furanes, les plus importantes sources sont

d'origine humaine. On retrouve les dioxines et les furanes comme impuretés dans les produits chimiques qui servent à la préservation du bois (pentachlorophénol) et dans les rejets des incinérateurs de déchets municipaux et industriels et des usines de pâtes et papiers utilisant le procédé de blanchiment au chlore. Les dioxines et les furanes peuvent aussi constituer des impuretés des BPC commerciaux qui représentent alors des sources potentielles de ces contaminants.

SUIVI DES CONTAMINANTS DANS LES ORGANISMES MARINS

Au cours du suivi des contaminants dans les organismes marins, les scientifiques se sont d'abord intéressés au mercure, au plomb et au cadmium qui sont des métaux présents naturellement dans l'environnement, mais qui peuvent être toxiques pour les organismes vivants (voir encadré à la page suivante). Les concentrations en mercure, en plomb et en cadmium ont été



Crabe des neiges.

Illustration : J. Bégin

mesurées dans le muscle de la crevette nordique, le muscle et la glande digestive (hépatopancréas) du crabe des neiges, et le muscle, le foie et les gonades de plusieurs espèces de poissons de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent et du fjord du Saguenay. Les espèces de poissons étudiées incluent la morue franche, le flétan noir, le sébaste atlantique, la plie canadienne, la raie épineuse, le capelan, le hareng atlantique et l'éperlan arc-en-ciel.

- Les teneurs en **mercure** dans les tissus de toutes les espèces étudiées sont de 2 à 10 fois plus faibles que la *Norme canadienne de contamination chimique dans les produits de la pêche* destinés à la consommation humaine, fixée à 0,5 mg/kg par Santé Canada, à l'exception de celles mesurées dans la crevette

nordique et le crabe des neiges du fjord du Saguenay qui voient cette norme. Cependant, les pêches commerciale et sportive aux crustacés ne sont pas permises dans le fjord du Saguenay.



Photo : C. Caudreau

Prélèvement des tissus d'une morue pour des analyses de contaminants.

- Pour toutes les espèces étudiées, les concentrations en **plomb** sont faibles, souvent inférieures à 0,05 mg/kg, et ne montrent pas de différence marquée entre le Golfe, l'Estuaire et le Fjord.
- Les teneurs en **cadmium** dans le muscle et les gonades des poissons et dans le muscle des crustacés sont également faibles, souvent inférieures à la limite de détection analytique de 0,002 mg/kg dans le golfe et l'estuaire du Saint-Laurent et le fjord du Saguenay. Cependant, comme on l'observe couramment, les niveaux en cadmium sont plus élevés dans le foie des poissons et dans l'hépatopancréas du crabe des neiges.

En plus des métaux, les scientifiques se sont également intéressés aux contaminants organiques présents dans les organismes vivants.

- Par exemple, les niveaux de **biphényles polychlorés** (BPC) et de **pesticides organochlorés** (comme le DDT) ont été mesurés dans le muscle et le foie de la morue franche, la plie canadienne et le flétan noir prélevés dans l'estuaire et le golfe

du Saint-Laurent et dans le fjord du Saguenay. Ces composés ont été détectés dans les tissus de presque tous les poissons analysés. Plus particulièrement, les niveaux de ces contaminants sont plus élevés dans le foie de la morue franche, tandis qu'ils sont les plus faibles dans le muscle de la morue franche et de la plie canadienne. Cependant, les niveaux sont toujours inférieurs aux normes canadiennes visant à assurer la protection de la santé humaine.

EFFETS TOXIQUES POTENTIELS SUR LES ÊTRES VIVANTS

Mercur

Le mercure inorganique a une toxicité faible. C'est le méthylmercure, une forme organique du mercure, qui est la principale forme de mercure accumulée dans les organismes aquatiques. Il est particulièrement nocif pour les organismes aquatiques et les humains parce qu'il cause des atteintes au système nerveux.

Plomb

Les effets toxiques les plus sérieux d'exposition au plomb sont reliés au système nerveux central. Des effets néfastes sur les systèmes rénal et sanguin peuvent être importants chez certains individus régulièrement exposés à des concentrations élevées de plomb.

Cadmium

L'ingestion de quantités élevées de cadmium peut être toxique. À long terme, l'exposition à de faibles concentrations de cadmium peut causer des maladies pulmonaires obstructives chroniques, des maladies du rein, de l'emphysème, ou encore, avoir des effets sur les systèmes cardiovasculaires et squelettiques.

BPC

Certains BPC peuvent altérer le système immunitaire, affecter la croissance et la reproduction, ou causer certains types de cancers.

TRANSFERT DES CONTAMINANTS AUX ORGANISMES BENTHIQUES ET AUX POISSONS DE FOND

Contamination par les sédiments

Les contaminants organiques persistants tels les biphényles polychlorés (BPC), les pesticides organochlorés et les dioxines et furanes sont omniprésents dans l'environnement aquatique. Le devenir de ces composés est intimement lié à leur association aux particules en suspension et aux sédiments où ils s'accumulent. Les sédiments, qui constituent un réservoir dans lequel sont concentrés ces divers contaminants, représentent

une composante de l'habitat de nombreux organismes benthiques et poissons de fond. Bien qu'il soit essentiel de connaître et de suivre les niveaux de contaminants dans les sédiments, il importe également d'étudier la biodisponibilité et la bioaccumulation de ces substances dans les organismes vivants.

On peut alors se demander si les sédiments représentent une source importante de contaminants pouvant être transférés aux organismes benthiques? Une étude utilisant le ver benthique *Maldane sarsi* a été réalisée. Ce ver, présent dans l'estuaire maritime du Saint-Laurent et dans le fjord du Saguenay, se situe au bas de la chaîne alimentaire et constitue la proie de plusieurs autres organismes benthiques et poissons de fond.

Les résultats ont montré que les vers benthiques accumulent les contaminants présents dans le milieu et qu'ainsi ils constituent eux-même une source potentielle de transfert de contaminants à d'autres maillons de la chaîne alimentaire. De plus, une relation simple semble exister entre les niveaux de contaminants dans les vers benthiques et dans les sédiments. Celle-ci permettrait de prédire les niveaux de contaminants dans les vers à partir des niveaux de contaminants dans les sédiments.

Le crabe des neiges a également été étudié en relation avec le substrat sur lequel il vit, c'est-à-dire le sédiment. Les résultats ont montré que les niveaux de contamination des crabes prélevés à plusieurs endroits dans l'Estuaire et le fjord du Saguenay sont très semblables et ce, malgré le fait que les niveaux de contamination des sédiments soient assez variables. Cette observation pourrait notamment s'expliquer par le fait que le crabe serait peu influencé par la contamination des sédiments et que l'accumulation des contaminants se ferait en grande partie par sa nourriture. En laboratoire, de futures études sur le transfert de contaminants permettront de mieux identifier les voies de transfert des contaminants chez le crabe des neiges.

Les études en laboratoire dans des milieux contrôlés permettent de répondre à certaines questions beaucoup plus facilement qu'à partir d'observations sur le terrain où plusieurs facteurs ou conditions peuvent varier simultanément. Les résultats d'une série d'expériences, où des plies canadiennes alimentées avec une nourriture exempte de contaminants ont été placées pendant 84 jours en contact avec un sédiment contaminé par les BPC, ont montré une accumulation importante de contaminants (voir Figure 5-1). Il est donc clair que le sédiment joue un rôle direct

ou indirect important dans l'accumulation des contaminants organiques chez les organismes aquatiques.

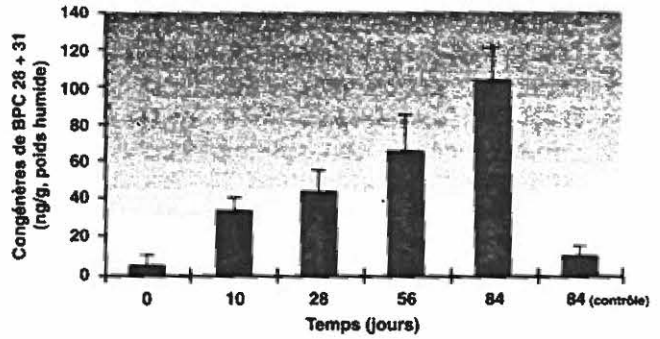


FIGURE 5-1 Concentration de deux composés de la famille des BPC (28 + 31) chez la plie canadienne en fonction du temps. Au cours de l'expérience, les plies étaient placées dans des bassins dont le fond était recouvert de sédiments contaminés avec des BPC. Les poissons étaient alimentés avec de la nourriture exempte de contaminants. Le contrôle représente la même expérience, mais dans un bassin recouvert de sédiments non contaminés. La variabilité associée aux moyennes est représentée par les traits minces dans le haut de l'histogramme.

Contamination par la nourriture

Pour mesurer le niveau de contamination d'un écosystème, il s'agit de recueillir des échantillons représentatifs du biote et du milieu et de les analyser. Cependant, pour comprendre et être en mesure de prédire l'impact des contaminants sur les écosystèmes, il est essentiel de recueillir des informations sur la vitesse à laquelle les organismes marins accumulent et éliminent les contaminants présents dans leur milieu. Il faut également en savoir davantage sur leur distribution dans les tissus.

Des expériences en laboratoire sur l'accumulation de métaux par ingestion d'une nourriture contaminée en mercure, cadmium et argent ont été réalisées chez la plie canadienne et le crabe des neiges. Chez la plie, l'accumulation de ces trois métaux était caractérisée par un taux de rétention initial très faible. En effet, seulement 10 à 15 % de la quantité de métaux ingérée était emmagasinée, le reste étant éliminé avec les fèces. Les métaux étaient presque exclusivement localisés dans les parois du tube digestif des poissons et leur transfert vers d'autres organes était minime. Chez le crabe des neiges, les taux de rétention des mêmes métaux étaient plus élevés que chez la plie. Ils ont atteint 40 % pour le cadmium et près de 100 % pour l'argent. On a également observé que le cadmium et le mercure s'accumulaient uniquement dans l'hépatopancréas alors que l'argent

a été mesuré en quantité non négligeable dans le muscle du crabe.

D'autres expériences ont été menées sur l'accumulation du méthylmercure et du tributylétain (TBT) chez la plie canadienne. Ces travaux ont permis de démontrer que ces deux composés étaient efficacement absorbés, le taux de rétention initial variant de 40 % pour le TBT à près de 90 % pour le méthylmercure. De plus, ils étaient distribués à l'ensemble des organes (voir Figure 5-2).

La prochaine étape de ces travaux consistera à élaborer un modèle quantitatif permettant de prévoir le degré d'accumulation des contaminants métalliques chez la plie canadienne et le crabe des neiges en fonction de données sur les niveaux des contaminants chez certaines espèces benthiques dont ils s'alimentent.

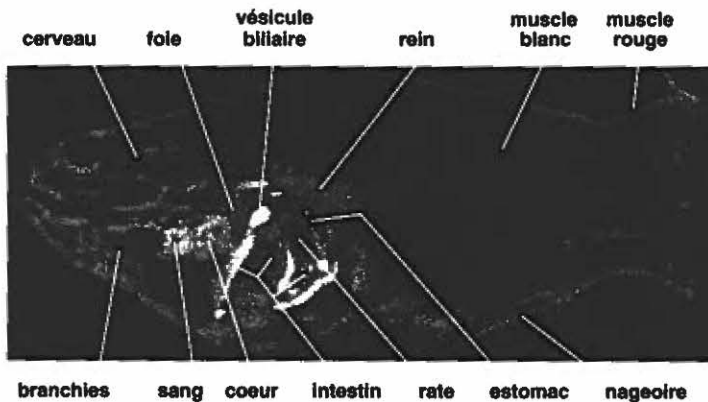


FIGURE 5-2 Macro-autoradiographie d'une plie canadienne. La technique de macro-autoradiographie, qui utilise des substances radioactives émettant des rayons gamma, permet de déterminer la distribution d'un contaminant dans tous les tissus et organes d'un animal entier. Les zones les plus claires représentent les sites d'accumulation du TBT.

EFFETS DES CONTAMINANTS SUR LA SANTÉ DES POISSONS

L'anguille d'Amérique

En provenance de leur lieu de naissance, soit la mer des Sargasses située dans l'ouest de l'océan Atlantique au large de la Floride, les jeunes anguilles d'Amérique remontent le Saint-Laurent pour se rendre dans ses tributaires (rivières) et sa partie d'eau douce, certaines aussi loin que le lac Ontario. Elles vivent en eau douce jusqu'à leur maturité pour ensuite transiter à nouveau dans le Saint-Laurent afin de retourner dans la mer des Sargasses pour s'y reproduire. Au cours de leur

croissance dans le lac Ontario et la partie amont du fleuve Saint-Laurent, les anguilles accumulent des niveaux élevés de composés chimiques persistants. Les anguilles en migration peuvent ainsi représenter une source de contaminants pour les animaux qui s'en nourrissent tels que les bélugas du Saint-Laurent, en particulier dans le cas du mirex dont l'origine principale est reconnue comme étant le lac Ontario. Une relation entre les concentrations tissulaires de mirex dans les anguilles et leur poids corporel a été établie. Ceci a permis de séparer les anguilles en deux groupes distincts, soit les plus contaminées et les moins contaminées. La proportion d'anguilles provenant de sites plus contaminés (lac Ontario et partie amont du fleuve Saint-Laurent) augmente à mesure que la saison migratoire avance (Figure 5-3c). En outre, lors de l'examen des anguilles, on a observé des malformations vertébrales et des foyers basophiles (lésions précancéreuses) dans le foie (voir Figure 5-3a, b).

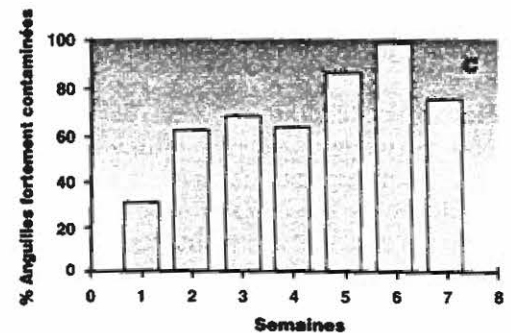
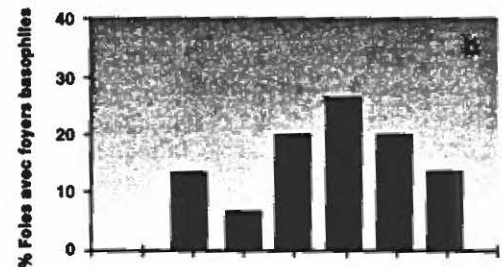
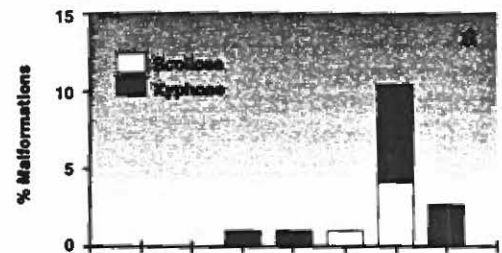
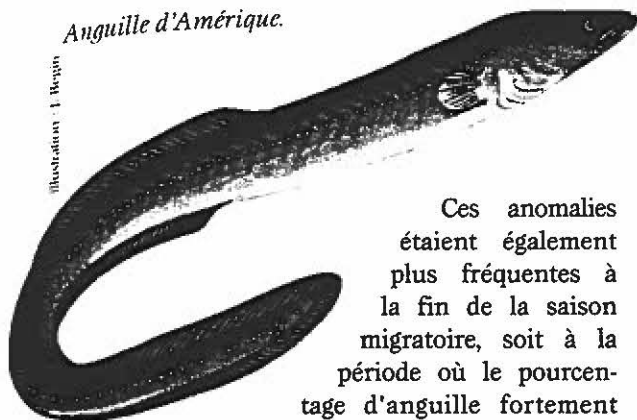


FIGURE 5-3 Pourcentage de malformations (a), de foyers basophiles dans les foies (b) et d'anguilles fortement contaminées (c) en fonction de la saison migratoire exprimée en semaines.

Aniguille d'Amérique.



Ces anomalies étaient également plus fréquentes à la fin de la saison migratoire, soit à la période où le pourcentage d'anguille fortement contaminées par les composés organochlorés est plus élevé. Alors que les foyers basophiles sont des marqueurs relativement spécifiques indiquant une exposition à des contaminants, les malformations vertébrales peuvent être causées par d'autres facteurs d'origine humaine ou naturels. En effet, les malformations peuvent être causées par le passage des anguilles dans les turbines des barrages hydroélectriques et d'autres facteurs peuvent être impliqués tels que la taille et l'âge des anguilles migratrices.

Il est à noter que c'est la première fois qu'on observe des lésions précancéreuses au foie chez un poisson capturé dans l'estuaire du Saint-Laurent. Depuis 1997, une équipe de recherche s'affaire à évaluer la prévalence de ces lésions chez des espèces résidentes de l'estuaire du Saint-Laurent, telles que le poulamon et l'éperlan arc-en-ciel.

La baie des Anglais, un laboratoire de recherche

Les effets de mélanges de contaminants sur la santé des poissons sont souvent difficiles à déterminer, en raison de la complexité de leurs conséquences sur les différents systèmes physiologiques des poissons. On retrouve de tels mélanges dans les sédiments côtiers, en particulier près des effluents industriels.

Afin de jeter un peu de lumière sur ce problème, des poissons marins ont été exposés en laboratoire à des sédiments contaminés provenant de la baie des Anglais. La plie canadienne a été utilisée parce qu'elle est relativement abondante dans le Saint-Laurent et qu'elle vit directement en contact avec les sédiments. La baie des Anglais, qui est située près de Baie-Comeau dans l'estuaire maritime du Saint-Laurent, a été choisie comme site expérimental en raison des niveaux élevés de contaminants organiques (BPC, HAP, dioxines et furanes) que l'on retrouve dans ses sédiments.

Effets sur le système reproducteur

Des sédiments ont été prélevés dans la baie des Anglais en suivant un transect de trois stations qui présentaient des concentrations différentes de contaminants organiques. Deux stations étaient localisées dans la baie (sites contaminés) et la troisième se situait à l'extérieur de la baie (site témoin). À mesure qu'on s'éloignait de la côte, les concentrations de contaminants diminuaient d'un facteur 10, c'est-à-dire que la station témoin était 100 fois moins contaminée que la première station du transect. Des plies mâles ont été exposées en laboratoire pendant cinq mois aux sédiments provenant des trois stations de la baie des Anglais. À la fin de l'exposition, des spermatozoïdes ont été recueillis et utilisés pour féconder des œufs de femelles non exposées à ces sédiments contaminés. Les résultats ont démontré qu'il y a une réduction significative dans les taux d'éclosion des œufs fécondés avec de la semence provenant de mâles exposés aux sédiments contaminés (voir Figure 5-4). Ces résultats indiquent que les contaminants présents dans les sédiments de la baie des Anglais pourraient avoir des effets négatifs sur les spermatozoïdes et, par conséquent, sur la reproduction de la plie.

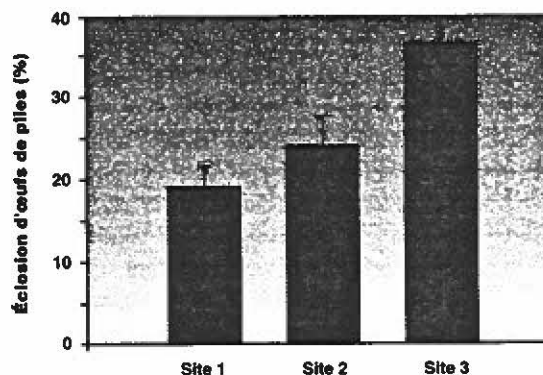


FIGURE 5-4 Pourcentage d'éclosion d'œufs de plie canadienne fertilisés avec de la semence provenant de mâles exposés pendant cinq mois à des sédiments contaminés originant de deux stations (Sites 1 et 2) localisées dans la baie des Anglais et d'une station (Site 3) de l'Estuaire. La variabilité associée aux trois moyennes est représentée par les traits minces dans le haut de l'histogramme.

Effets sur le système immunitaire

Deux autres expériences ont permis d'évaluer les effets des sédiments contaminés de la baie des Anglais sur le système immunitaire des plies canadiennes. Pour la première expérience, des plies ont été mises en cage et placées aux trois

stations décrites précédemment pendant trois semaines. Dans la seconde expérience, les scientifiques ont étudié l'accumulation des BPC chez la plie en milieu contrôlé (laboratoire) où les sédiments marins constituaient alors la seule source possible de BPC.

Les résultats de ces deux expériences ont indiqué que les contaminants présents dans les sédiments de la baie des Anglais pourraient altérer le système immunitaire des plies canadiennes.

Effets sur le système endocrinien

Il est connu que la structure de certains BPC ressemble aux hormones de la thyroïde, par exemple la thyroxine. Ces hormones jouent un rôle dans la maturation des gonades et la croissance des poissons. Puisque les sédiments de la baie des Anglais contiennent des BPC, les scientifiques se sont intéressés aux effets de ces contaminants sur le métabolisme de la thyroxine. Les résultats ont montré que certaines molécules de BPC ont le même effet que la thyroxine, tandis que d'autres semblent inhiber son action.

Cependant...

Bien que les effets des contaminants observés sur les différents systèmes de la plie indiquent des problèmes potentiels, il ne faut pas oublier que les expériences ne font que débiter et qu'elles ont été réalisées en utilisant les sédiments d'une baie dont les niveaux de contaminants ne reflètent pas ceux généralement observés dans le Saint-Laurent marin. D'ailleurs, une étude récente de la baie des Anglais a montré que la contamination ne s'étendait pas à l'extérieur de la baie.

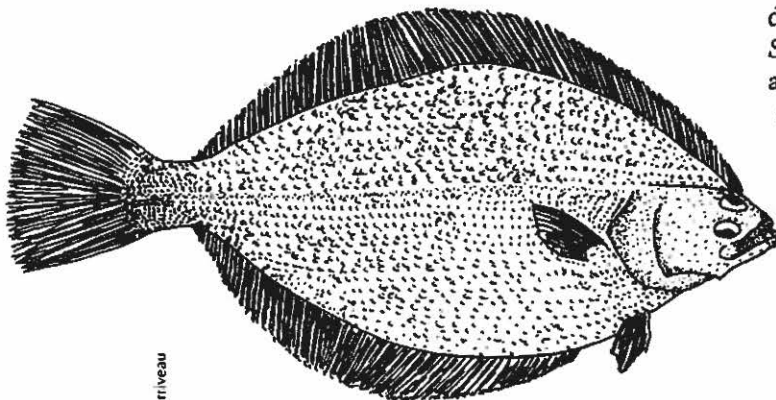


Illustration : L. Cortiveau

Plie canadienne.

DÉVELOPPEMENT DE NOUVELLES TECHNIQUES

La biodégradation accélérée du pétrole

En dépit de l'utilisation de mesures préventives, des déversements accidentels peuvent survenir au cours de l'exploration, de la production et du transport de pétrole brut et de ses produits raffinés. Les méthodes traditionnelles de nettoyage à la suite d'un déversement pétrolier sont basées sur l'enlèvement et l'élimination des résidus et des sédiments contaminés, de même que sur l'usage de dispersants chimiques. Cependant, ces méthodes sont coûteuses en ressources humaines et financières et peuvent également causer des dommages environnementaux considérables.

Des scientifiques ont entrepris un programme de recherche qui vise à développer la biorestauration comme une alternative sûre pour l'environnement lors du traitement des sites pollués par le pétrole. La biorestauration consiste à ajouter à des milieux contaminés, pour accélérer les processus naturels de biodégradation des contaminants, soit des bactéries qui se nourrissent de pétrole (bioaugmentation), soit des composés tels que les phosphates qui stimulent la croissance des bactéries déjà présentes dans le milieu (bio-stimulation).

Les études effectuées sur le terrain et en laboratoire ont démontré de façon concluante la faisabilité des procédures de biorestauration basées sur l'application de nutriments pour rehausser la dégradation bactérienne du pétrole dans des environnements de plages sableuses et de marais salés de la côte atlantique canadienne. Les méthodologies développées ont été utilisées avec succès à la suite de véritables incidents de déversements, soit ceux de l'*Exxon Valdez* et du *Sea Empress*. Les avantages de la biodégradation accélérée comme technique de contre-mesure lors de déversements pétroliers sont l'efficacité, les coûts raisonnables, l'élimination de la nécessité de sites de rejet et l'impact minimisé sur l'environnement.



Photo : S. Cobanli / BDR Research Limited

Un échantillon de sédiment contaminé par un déversement de pétrole est prélevé pour fin d'analyse.

La floculation de l'argile et du pétrole

Des études récentes suggèrent que la disparition du pétrole échoué dans des environnements côtiers abrités pourrait être attribuable aux interactions naturelles entre le pétrole, les fines particules, telles que les particules d'argile, et l'eau de mer. Ces interactions (appelées floculation argile/pétrole) fournissent une explication probable pour la disparition du pétrole résiduel à plusieurs sites, notamment dans l'Arctique et dans des environnements côtiers tempérés. On croit que l'adhésion du pétrole aux sédiments des plages est réduite lorsque le pétrole forme des gouttelettes stabilisées par de fines particules minérales qui forment subséquemment des micro-agrégats de densité suffisamment faible pour être facilement dispersés par les marées et les courants.

L'utilisation de ce processus naturel de floculation a été envisagée comme outil de contre-mesure pour faciliter la dispersion du pétrole échoué sur des plages. Dans ce cas, les interactions entre le pétrole et les fines particules sont augmentées par agitation mécanique et/ou par lessivage par les flots. L'application de cette technique sur une plage de galets (plage Amroth au Royaume-Uni, contaminée par une émulsion de pétrole lors du déversement du *Sea Empress*) a permis d'enlever efficacement le pétrole à la fois par l'augmentation des interactions argile/pétrole et par les processus d'abrasion associés aux fortes vagues et à l'action du ressac.

Bien que le pétrole déversé soit enlevé avec succès par ces procédures, l'utilisation de cette nouvelle technologie est freinée par certaines inquiétudes à savoir si l'accélération des interactions argile/pétrole ne faciliterait pas tout simplement le transport du pétrole résiduel d'un compartiment de l'environnement (la plage) à un autre (la mer). Afin de clarifier la situation, des scientifiques ont entrepris une étude visant à quantifier l'impact des interactions argile/pétrole sur le taux de biodégradation du pétrole relâché dans la mer. Les résultats des expériences de laboratoire ont corroboré les observations de terrain, indiquant que les interactions argile/pétrole diminuent l'adhésion du pétrole résiduel sur les surfaces solides. Le pétrole résiduel est efficacement dispersé dans la phase aqueuse en petites gouttelettes stabilisées par de fines particules minérales prévenant ainsi la re-coalescence du pétrole et favorisant la production de micro-agrégats. Globalement, les interactions argile/pétrole augmentent la surface de contact entre le pétrole, les sels nutritifs, l'oxygène et les bactéries indigènes qui dégradent le pétrole, accroissant ainsi le taux et l'efficacité de la décomposition du pétrole.

En résumé, cette étude a fourni des résultats significatifs qui appuient le développement de techniques efficaces de lutte lors de déversements pétroliers, basées sur l'accélération du processus naturel de floculation argile/pétrole.

Suivi de l'environnement marin à l'aide de bactéries

Dans le milieu naturel, on connaît bien l'importance écologique des microorganismes comme les bactéries dans les transformations chimiques, telles la dégradation de composés organiques toxiques, la régénération de nutriments et les transformations de métaux traces. Puisque ces microorganismes répondent rapidement aux changements des conditions environnementales, ils peuvent être utilisés afin d'évaluer le niveau des effets des produits chimiques toxiques sur l'environnement.

Une nouvelle méthode pour mesurer la toxicité des sédiments a donc été développée. Cette méthode est basée sur la mesure de la diminution d'une activité enzymatique particulière des bactéries dans les sédiments non contaminés,



Photo : D. St-Laurent / Environnement Canada

Sous-échantillonnage de sédiments qui seront soumis à la nouvelle méthode de mesure de toxicité liée à l'activité enzymatique bactérienne.

après une mise en contact avec des sédiments contaminés. Les enzymes étant des protéines qui facilitent et accroissent diverses réactions biochimiques, leur importance aux niveaux cellulaire et écosystémique est unanimement reconnue. De plus, les tests basés sur l'activité enzymatique sont généralement plus sensibles que ceux à l'échelle d'une population. Ils sont également plus rapides et plus fiables que les mesures d'activité d'un organisme entier. Cette nouvelle méthode, qui utilise des bactéries indigènes comme organisme test, est rapide, peu coûteuse, facile à interpréter et suffisamment simple pour être effectuée par la plupart des laboratoires privés à l'aide de l'instrumentation existante. La mise en pratique de ce nouveau test pourrait rehausser la fiabilité et la capacité de prédiction lors de futures évaluations de risques pour l'environnement.

Cette nouvelle méthode a été utilisée, notamment pour mesurer la toxicité de sédiments contaminés de l'estuaire du Saint-Laurent (baie des Anglais) et de la baie des Chaleurs (port de Belledune). Elle a montré sa grande capacité à détecter la présence de polluants et son utilisation possible pour dépister la toxicité des rejets (par exemple de sédiments dragués) afin de prendre une décision sur leur sort (immersion en mer ou autre), ou encore pour faire le suivi de l'évolution de la toxicité d'un site perturbé ou déterminer son étendue.

Une autre application de la mesure d'activité enzymatique bactérienne dans les sédiments consiste à suivre les impacts (autres que la toxicité) immédiats et à long terme des opérations de rejet en mer des sédiments de dragage sur l'environnement benthique. Des mesures d'activité ont été effectuées dans les sédiments provenant d'un site de dépôt de sédiments de dragage situé dans la baie des Chaleurs (au large de L'Anse-à-Beaufils) et de deux autres sites situés dans le golfe du Saint-Laurent (au large de Cap-aux-Meules et de Grande Entrée, Îles-de-la-Madeleine). Ces mesures ont été comparées aux mesures effectuées dans leur voisinage immédiat et à des sites non perturbés. Les résultats ont montré que l'activité enzymatique bactérienne était plus faible à tous les sites de dépôt en comparaison avec le voisinage, et ce, malgré l'absence de polluants chimiques. Cette faible activité était circonscrite aux monticules de dépôt et pouvait persister plusieurs années. Les mesures d'activité bactérienne faites sur le terrain à des sites de dépôt ont donc montré leur utilité potentielle dans l'évaluation des impacts, même ceux autres que la toxicité, reliés aux rejets en mer des sédiments de dragage et dans la mesure de l'étendue et de la persistance de tels impacts.

LA BARGE IRVING WHALE

Historique

La barge *Irving Whale* a coulé le 7 septembre 1970 lors d'une tempête dans le sud du golfe du Saint-Laurent, à environ 100 km à l'ouest des Îles-de-la-Madeleine. Au moment du naufrage, la barge transportait à son bord une cargaison d'environ 4200 tonnes de mazout lourd, maintenue à une température de 55-60 °C par un système de chauffage en circuit fermé contenant environ 7,5 tonnes de BPC et 1,9 tonne de chlorobenzènes. Les BPC contenus dans la barge étaient en fait de l'Aroclor 1242, un mélange commercial constitué à 42 % en poids de chlore.

Un déversement de 400 à 600 tonnes de mazout s'est produit au moment du naufrage, souillant entre autres quelques plages situées dans le sud-ouest des Îles-de-la-Madeleine. Au cours des 26 années qui ont suivi le naufrage, de petites quantités se sont écoulées de façon intermittente de la barge. Ce n'est toutefois qu'en juin 1995, lors de travaux préparatifs aux opérations de renflouage, que la Garde côtière canadienne a été informée de la présence de BPC dans le système de chauffage de l'*Irving Whale*. Au cours de l'été 1995, des mesures de BPC dans les sédiments et les organismes vivants prélevés aux environs du

site du naufrage ont permis de constater que des BPC s'étaient effectivement écoulés de la barge. Cependant, les quantités de BPC déversées dans le golfe du Saint-Laurent et celles qui restaient dans la barge n'ont pas pu être évaluées avant son renflouage. Par conséquent, l'évaluation environnementale de ce projet a été effectuée selon plusieurs scénarios possibles de déversements où variaient le type d'écoulement et la quantité déversée. Suite à l'examen de tous les scénarios possibles, il a été établi que le renflouage de la barge était sécuritaire pour l'environnement.

Renflouage

L'*Irving Whale* a finalement été renfloué avec succès le 30 juillet 1996. Cependant, le nettoyage de la barge et les opérations de décontamination au site qui ont suivi le renflouage ont permis de récupérer seulement environ 1 800 des 7 500 kg de BPC qui étaient initialement présents dans le système de chauffage au moment du naufrage. Par conséquent, environ 5 700 kg de BPC ont été déversés dans l'environnement lors du naufrage et au cours des 26 années qui ont suivi. Une faible proportion de ces BPC, soit environ 150 kg, était toujours présente en octobre 1996 dans les sédiments aux environs immédiats du site du naufrage.

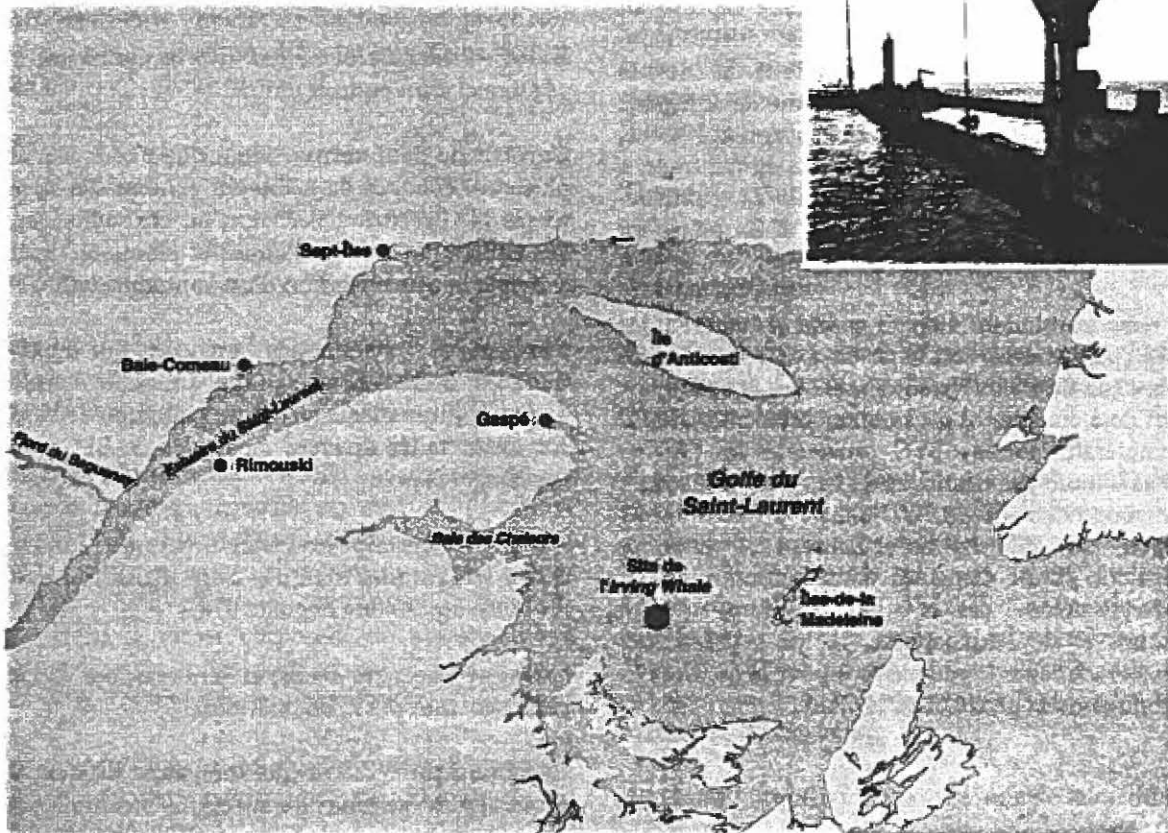


Photo : Environnement Canada

La barge *Irving Whale*, immédiatement après son renflouage le 30 juillet 1996.

Suivi environnemental

En octobre 1996, quelques mois après les opérations de renflouage, certains crabes des neiges prélevés aux environs du site du naufrage présentaient des concentrations élevées en BPC. En effet, pour 25 % des échantillons de glande digestive (hépatopancréas) et 5 % des échantillons de muscle analysés, les concentrations en BPC atteignaient ou dépassaient la *Norme canadienne de contamination chimique dans les produits de la pêche* destinés à la consommation humaine, fixée à 2 mg/kg par Santé Canada. Cependant, la contamination du crabe des neiges par les BPC provenant de la barge était apparemment restreinte aux environs immédiats du site du naufrage.

Des campagnes d'échantillonnage effectuées au printemps de 1997 ont permis de constater que des changements notables dans la contamination des sédiments et du crabe des neiges aux environs du site du naufrage s'étaient produits au cours de l'hiver précédent. D'une part, les concentrations en BPC dans les sédiments à l'intérieur des zones de forte contamination avaient diminué de façon significative depuis octobre 1996 et un certain étalement des BPC dans les sédiments autour de ces zones pouvait être observé. D'autre part, la contamination du crabe des neiges par les BPC aux environs du site du naufrage avait diminué depuis le renflouage et aucun crabe capturé au printemps de 1997 ne présentait des concentrations en BPC qui dépassaient la norme canadienne pour la consommation de 2 mg/kg. Cependant, la zone actuelle d'exclusion à la pêche, (établie à 9 x 9 km) autour du site du naufrage, a été maintenue afin de prévenir la commercialisation de crabes contaminés et la remise en suspension de sédiments contaminés.

Il reste maintenant à savoir quand et comment les BPC manquants, soit plus de 5 500 kg, ont été dispersés dans l'environnement? Les scientifiques ont déjà commencé à examiner cette question. Il semblerait que les BPC provenant de l'*Irving Whale* n'ont pas contribué de façon significative à la charge actuelle en BPC dans l'environnement marin du golfe du Saint-Laurent et qu'ils se seraient plutôt dispersés dans l'environnement terrestre global par la voie des courants océaniques et de l'atmosphère. Ils ne représentent donc aucunement une menace pour la qualité des produits de la pêche dans le Golfe.

GLOSSAIRE

Amont : partie d'un cours d'eau comprise en un point considéré et la source.

Benthos : ensemble des organismes qui vivent au fond d'un milieu aquatique naturel.

Benthique : relatif au benthos (voir ci-dessus).

Bioaccumulation : terme général désignant le processus par lequel certains organismes accumulent une substance directement à partir de leur milieu ou par l'intermédiaire des aliments qui en renferment.

Biodégradable : se dit d'un produit susceptible d'être décomposé par des organismes vivants.

Biodisponibilité : fraction de la quantité totale d'un produit chimique dans l'environnement qui peut être assimilée par un organisme vivant.

Biorestauration : action correctrice d'un milieu par des moyens biologiques, par exemple l'accélération de la dégradation microbienne du pétrole par l'ajout de bactéries se nourrissant d'hydrocarbures (bioaugmentation) ou de composés tels que les phosphates qui stimulent la croissance des bactéries présentes dans le milieu à restaurer (biostimulation).

Biote : ensemble des êtres vivants (animaux et végétaux) d'un endroit donné.

Carotte de sédiments : échantillon composé de plusieurs couches de sédiment et dont l'analyse révèle la répartition verticale, ou chronologique, des caractéristiques physiques et chimiques (par exemple la concentration d'un contaminant).

Congénère : chacun des composés qui appartiennent à un même groupe chimique et qui dérivent d'une même structure chimique de base, par exemple les diverses molécules de BPC sont des congénères.

DDT (dichloro-diphényl trichloroéthane) : insecticide organique toxique. Son utilisation est prohibée au Canada depuis 1970.

Effluent : désigne de façon générale tout fluide émis par une source de pollution.

Enzymatique : relatif aux enzymes, substances protéiniques facilitant les réactions biochimiques des organismes.

Fèces : excréments solides, résidus de la digestion.

Foyer basophile : lieu d'altération de la morphologie cellulaire dans le foie. Ce changement est l'une des premières étapes dans la formation de tumeurs du foie.

Géochimie : science dont l'un des buts est d'établir les principes qui régissent l'abondance et la distribution des éléments chimiques dans la nature.

Gonade : organe qui produit les cellules reproductrices sexuées.

HAP (hydrocarbures aromatiques polycycliques) : famille de composés chimiques à structure de base cyclique de benzène. La famille des HAP comprend plusieurs dizaines de substances qui diffèrent entre elles par le nombre de cycles et leur position.

Hépatopancréas : organe jouant le rôle combiné du foie et du pancréas chez les invertébrés.

Limite de détection analytique : concentration la plus faible d'une substance particulière pouvant être détectée avec une certaine probabilité d'exactitude. Elle varie selon les substances et les méthodes d'analyse utilisées.

Métabolisme : ensemble de tous les processus chimiques intervenant à l'intérieur d'une cellule ou d'un organisme vivant.

Méthylmercure : forme organique du mercure, il est principalement formé par l'activité bactérienne dans les couches anoxiques (sans oxygène) des sédiments riches en matière organique.

mg/kg : milligramme (un millième = 10^{-3} gramme) d'une substance par kilogramme de sédiment ou de masse biologique.

Muscle blanc/muscle rouge : par opposition au muscle blanc qui travaille en absence d'oxygène (anaérobie), le muscle rouge est plus vascularisé et travaille en présence d'oxygène (aérobie). Le muscle blanc, bien que constituant la majeure partie de la masse corporelle du poisson, n'est utilisé que pour les manœuvres d'urgence (par exemple l'évitement d'un prédateur).

ng/g : nanogramme (un milliardième = 10^{-9} gramme) d'une substance par gramme de sédiment ou de masse biologique.

Organique : se dit d'un corps chimique dont le carbone constitue l'élément de base.

Organisme : être vivant animal ou végétal ayant une individualité propre.

Organochlorés : composés organiques contenant des atomes de chlore. Beaucoup de ces composés, tels les dioxines, les furanes, de nombreux insecticides et les BPC, sont toxiques ou même carcinogènes.

Persistance : durée pendant laquelle un agent chimique reste dans l'environnement avant de se décomposer en substances inertes et généralement inoffensives.

Pesticide : substance utilisée contre les parasites, animaux ou végétaux indésirables.

Poisson de fond : poisson qui vit dans les fonds marins et en dépend pour sa subsistance tel que la morue, la plie, le flétan et le sébaste. Par opposition, le poisson pélagique, tel que le capelan et le hareng, vit plutôt dans la colonne d'eau.

Recoalescence : réunion de particules liquides en suspension en particules plus grosses.

Scoliose : déviation de la colonne vertébrale dans le sens transversal.

Sédiment marin : ensemble des particules naturelles (boues, argiles, coquillages et matière organique morte) qui ont été transportées sur le fond marin.

Thyroïde : glande située à la partie inférieure du cou, qui sécrète des hormones agissant, entre autres, sur la croissance, les métabolismes et le système nerveux.

Toxicité : capacité ou potentiel inhérent d'une substance de provoquer des effets nocifs dans un organisme exposé.

Tributylétain (TBT) : ingrédient actif des peintures utilisées pour empêcher l'adhésion des organismes aquatiques sur les coques des navires.

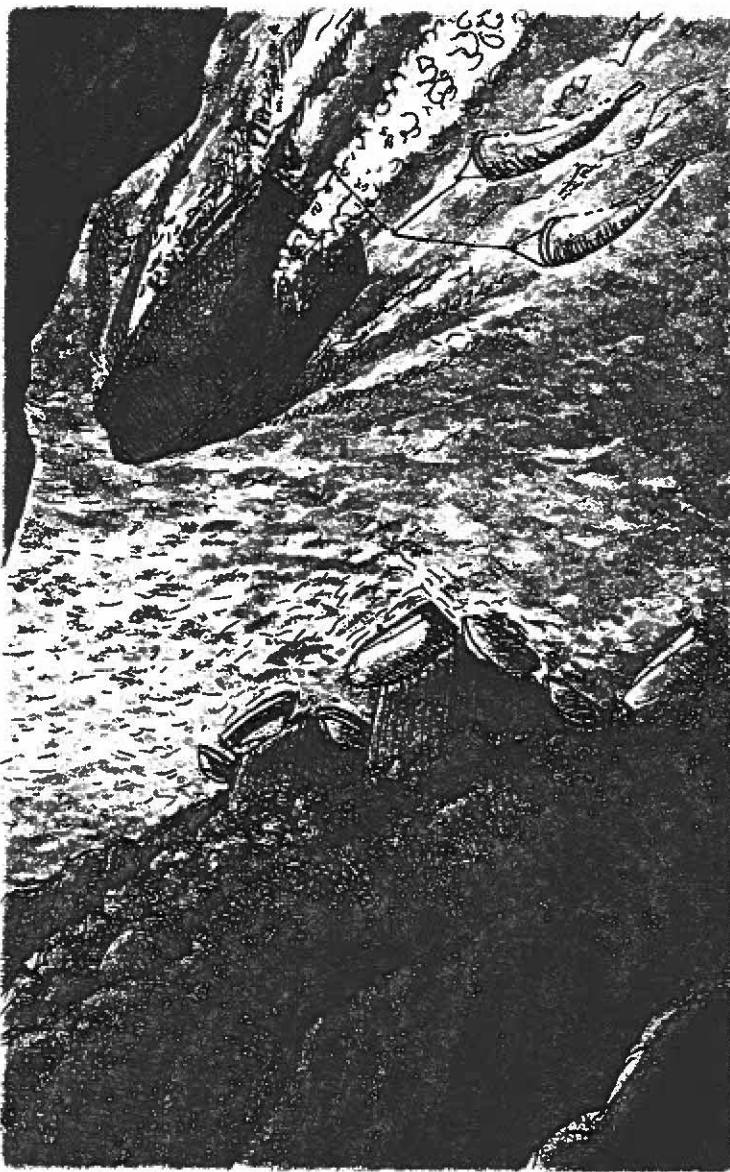
Usine de chlore et d'alcali : industrie qui produit du chlore et de la soude caustique. De 1948 à 1976, un procédé d'électrolyse à cathode de mercure a été largement utilisé dans les industries du Saguenay.

Xyphose : déviation dorso-ventrale de la colonne vertébrale.

RÉFÉRENCES

- Bélanger, C., B. Desrosiers et K. Lee. 1997. Microbial extracellular enzyme activity in marine sediments : extreme pH to terminate reaction and sample storage. *Aquat. Microb. Ecol.* 13 : 187-196.
- Couillard, C.M., P.V. Hodson et M. Castonguay. 1997. Correlations between pathological changes and chemical contamination in American eels (*Anguilla rostrata*) from the St. Lawrence River. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 54 : 1916-1927.
- Dutil, L.T., C.M. Couillard et D. Bélanger. 1997. A processing plant survey of external lesions of American eels (*Anguilla rostrata*) from Lake Ontario and the St. Lawrence River, Canada. *Prev. Vet. Med.* 31 : 19-32.
- Gilbert, M., R. Alexander, J. Arsenault, W.R. Ernst, W. Fairchild, P. Hennigar, G. Julien, T. King, M. Lebeuf et D. Lefaivre. 1998. Contamination par les BPC des sédiments et du crabe des neiges (*Chionoecetes opilio*) aux environs du site du naufrage de la barge *Irving Whale* après son renflouage. *Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat.* 2204 : x + 32 p.
- Gilbert, M. et G. Walsh (éditeurs). 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. et D. Cossa. 1993. Mercury in sediments and sediment pore water in the Laurentian Trough. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 50 : 1794-1800.
- Gobeil, C., Y. Clermont et G. Paquette. 1997. Concentrations en mercure, plomb et cadmium chez diverses espèces de poissons de fond, de poissons pélagiques et de crustacés de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent et du fjord du Saguenay. *Rapp. stat. can. sci. halieut. aquat.* 1011 : v + 83 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. *Environmental Science & Technology* 29 : 193-201.
- Lebeuf, M., S. Moore et C. Brochu. 1996. influence of PCBs and PCDFs in the sediments of Baie des Anglais on the Lower St. Lawrence Estuary. *Organohalogen Compounds*, 28 : 243-248.
- Lebeuf, M., C. Gobeil, C. Brochu et S. Moore. 1995. Polychlorinated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans in Laurentian Trough sediments, Lower St. Lawrence Estuary. *Organohalogen Compounds*, 24 : 293-298.
- Lee, K. et K.L. Tay. 1998. Measurement of microbial exoenzyme activity in sediments for environmental impact assessment. Chapter 15. *Dans* P.G. Wells, K. Lee et C. Blaise [éds]. *Microscale Testing in Aquatic Toxicology : Advances, Techniques and Practice*. CRC Press LLC, Florida, U.S.A., p. 219-236.
- Lee, K., R. Siron et G.-H. Tremblay. 1995. Effectiveness of bioremediation in reducing toxicity in oiled intertidal sediments. *Dans* R.E. Hinchee, C.M. Vogel et F.J. Brockman [éds]. *Microbial Processes for Bioremediation*. *Bioremediation*, 3 (8) : 117-127.
- Lee, K., A.M. Weise et S. St-Pierre. 1997. Enhanced Oil Biodegradation with Mineral Fine Interaction. *Dans* *Spill Science & Technology Bulletin*, 3 : 263-267.
- Nagler, J. J. et D.G. Cyr. 1997. Exposure of male American plaice (*Hippoglossoides platessoides*) to contaminated marine sediments decreases the survival of their progeny. *Environ. Toxicol. Chem.* 16 (8) : 1733-1738.
- Rouleau, C., Gobeil, C. et H. Tjälve. 1998. Comparison of the fate of dietary silver in the American plaice (*Hippoglossoides platessoides*) and the snow crab (*Chionoecetes opilio*). *Proceedings of the 5th International Argentum Conference*, Hamilton, September 28–October 1, 1997.

écosystèmes marins



faits saillants

ACTIVITÉS DE GESTION

- Protection de l'habitat du poisson
- Urgences environnementales
- Introduction de nouvelles espèces
- Introduction et transfert d'organismes
- Impacts des rejets de sédiments de dragage
- Surveillance des algues toxiques

OUTILS

- Système d'information pour la gestion de l'habitat du poisson (SIGHAP)
- Système national d'information sur les contaminants (SNIC)
- Système de gestion des données océanographiques (SGDO)
- Système d'information sur les niveaux des eaux côtières et océaniques (SINECO)
- Les satellites au service des océanographes

INITIATIVES EN COURS ET À VENIR

- Programme sur les produits chimiques toxiques
- Loi sur les océans
- Phase III du plan d'action Saint-Laurent
- Observatoire du Saint-Laurent

Activités de gestion

LA PROTECTION DE L'HABITAT DU POISSON

Les activités humaines susceptibles de nuire au poisson et à son habitat sont nombreuses. À titre d'exemple, mentionnons le détournement de cours d'eau, le dragage, le remblayage, l'exploitation minière, la construction d'installations hydroélectriques, la construction de ponts-jetées, de quais, de marinas, de réservoirs et de routes ainsi que l'exploitation forestière et agricole.

Conformément à la *Loi sur les pêches* du Canada et à sa *Politique de gestion de l'habitat du poisson*, le MPO doit s'assurer que tous les projets pouvant avoir des incidences sur l'habitat du poisson soient réalisés de façon à ne causer aucune perte nette d'habitat du poisson.

La *Loi sur les pêches* représente un puissant outil de protection de l'habitat du poisson. En effet, chaque projet ou activité réalisé dans l'eau ou à proximité de l'eau fait l'objet d'une analyse qui vise à prévenir la destruction, la détérioration ou la perturbation de l'habitat du poisson. Cette analyse conduit à l'émission d'un avis qui spécifie, au besoin, les mesures d'atténuation à mettre en place afin d'éviter les pertes d'habitats. Un exemple de mesure d'atténuation est l'évitement de travaux pendant des périodes critiques pour le poisson comme la reproduction ou la migration.

Lorsque les mesures d'atténuation sont insuffisantes pour éviter les pertes d'habitats et que ces

dernières sont jugées non critiques, le MPO peut autoriser les pertes d'habitat si le promoteur du projet les compense par des gains au moins équivalents. Cette compensation permet le respect du principe d'aucune perte nette de la *Politique de gestion de l'habitat du poisson*. Une mesure de compensation peut prendre la forme de la création d'un habitat de reproduction ou encore de la réhabilitation d'habitats perturbés.

Lorsque les pertes d'habitats sont jugées critiques, parce qu'elles touchent des habitats essentiels ou rares, ou abritent des espèces en péril, le MPO peut refuser d'autoriser la perte d'habitats conduisant ainsi à des modifications majeures ou à l'abandon du projet.

URGENCES ENVIRONNEMENTALES

L'Institut Maurice-Lamontagne (IML) contribue à la réponse aux urgences environnementales en milieu marin. Lors d'un incident présentant un risque pour l'environnement, l'Équipe régionale d'intervention pour la protection de l'environnement (ÉRIPE) se met rapidement en place. L'ÉRIPE comprend l'industrie et les agences gouvernementales concernées. L'IML participe à cette équipe en fournissant des conseils scientifiques et des recommandations visant à protéger le milieu marin, les ressources halieutiques et les sites de pêche.

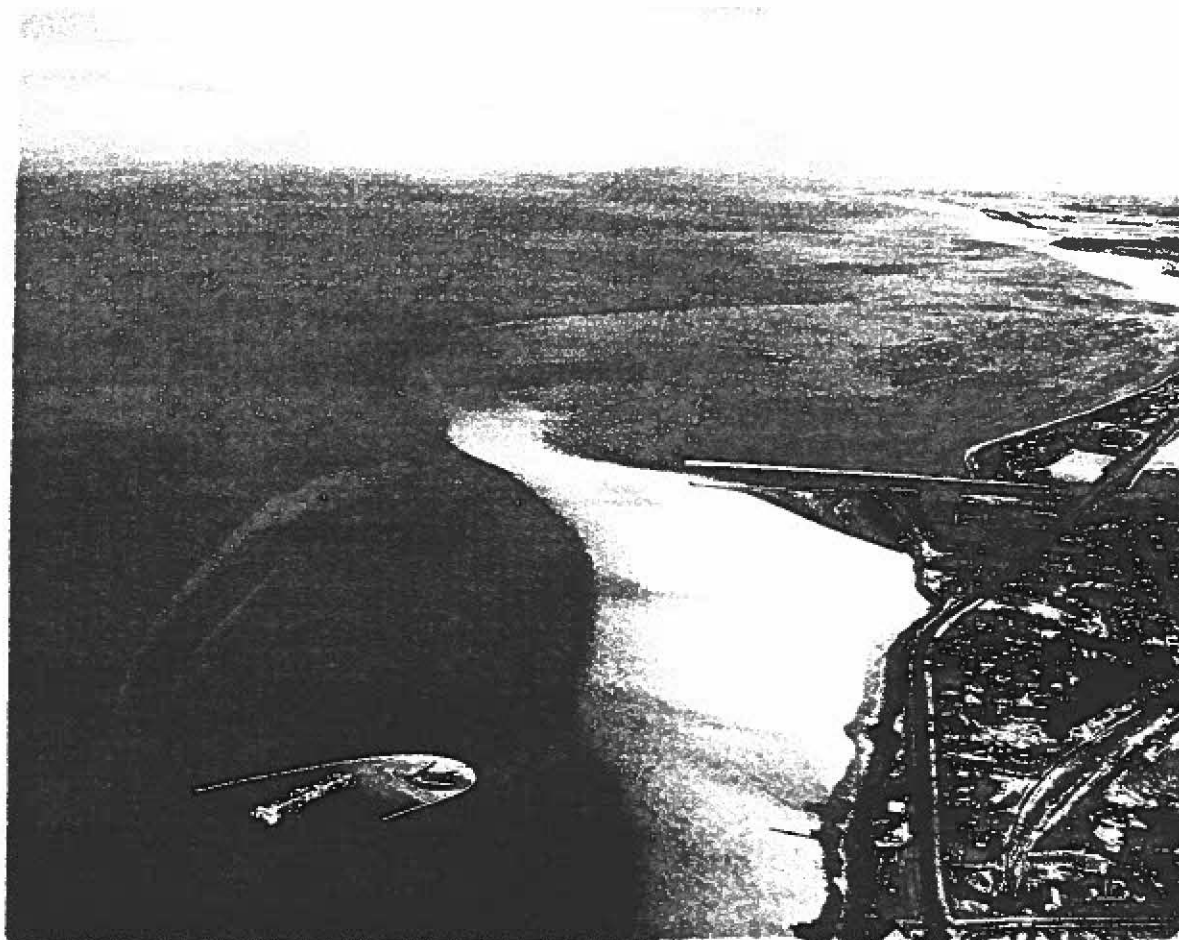
L'IML mène également des activités de recherche et développement visant à améliorer la réponse aux urgences environnementales. Par exemple, le développement de modèles hydrodynamiques, présenté dans le chapitre *Milieu marin*, a fourni des outils de prévision de la trajectoire des naufragés ou d'objets à la dérive comme des nappes d'hydrocarbures en surface. D'autres programmes de recherche internationaux, présentés dans le chapitre *Contaminants*, ont permis le développement de nouvelles techniques de restauration de rives souillées par les hydrocarbures. Finalement, l'IML peut fournir des conseils et participer à l'échantillonnage du milieu pour évaluer les dommages causés aux habitats ou effectuer un suivi de la récupération d'un milieu perturbé. Le suivi environnemental de la barge *Irving Whale*, présenté dans le chapitre *Contaminants*, constitue un bon exemple de ce type d'activité.



Photo : D. Chamard

Quai en construction.

Photo: D. C. Hamard



Déversement de pétrole au large de Matane dans l'estuaire maritime du Saint-Laurent au mois de décembre 1985. La nappe de pétrole est retenue à l'aide d'estacades dans la région immédiate du navire.

LE DÉVERSEMENT DES EAUX DE LEST DES NAVIRES ÉTRANGERS DANS LE SAINT-LAURENT MARIN REPRÉSENTE UN RISQUE D'INTRODUCTION D'ESPÈCES NON INDIGÈNES

Pour assurer leur stabilité, les navires doivent remplir leurs réservoirs d'eau, qu'on appelle eaux de lest ou de ballast. Or, lors du remplissage, des centaines d'espèces d'organismes présents dans la colonne d'eau et dans les sédiments peuvent entrer dans les réservoirs. Par la suite, le rejet de cette eau dans un autre port peut introduire des espèces non indigènes, ce qui peut avoir des conséquences néfastes sur la santé humaine, la pêche, l'aquaculture et les écosystèmes.

En 1995, une étude a été réalisée sur le risque d'introduction de nouvelles espèces dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent par le déversement des eaux de lest des navires en provenance de l'étranger. Les résultats ont montré que plus de 700 navires en provenance de 30 pays différents visitent les principaux ports de l'Estuaire et du Golfe chaque année. Ces navires

transportent 12,3 millions de tonnes métriques d'eaux de lest qui sont presque totalement déversées (11,7 millions de tonnes) dans le Saint-Laurent marin, principalement dans les ports de Baie-Comeau, Port-Cartier et Sept-Îles, avant que les navires repartent chargés de marchandises destinées à l'exportation.

Les analyses effectuées sur le contenu des eaux et sédiments de lest d'une centaine de navires ont conduit à l'identification de 292 espèces de phytoplancton et de 98 espèces de zooplancton dans les eaux de lest et de 65 espèces de phytoplancton et de zooplancton dans les sédiments. Plus de 66 % des espèces retrouvées dans les eaux de lest sont étrangères aux eaux de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent et certaines d'entre elles ont été retrouvées à des densités allant jusqu'à 100 000 individus/m³.

L'étude a également montré que les navires qui échangent en totalité leurs eaux de lest en haute mer, tel que recommandé dans les *Lignes directrices de la Garde côtière canadienne*, transportent beaucoup moins d'organismes phytoplanctoniques et zooplanctoniques que les

navires qui n'ont pas effectué ces échanges. Cette mesure de prévention contribuerait donc à réduire les risques d'introduction de nouvelles espèces dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent. Cependant, les résultats ont aussi indiqué que certains navires qui déclarent avoir échangé leurs eaux de lest en haute mer n'auraient en fait effectué que des échanges partiels, ce qui pourrait constituer une menace pour les écosystèmes marins du Saint-Laurent.

Il est prévu qu'un inventaire du benthos présent dans quelques zones portuaires du Saint-Laurent marin soit réalisé. Cet inventaire vise à vérifier s'il y a déjà eu des introductions d'espèces non indigènes dans le Saint-Laurent. Les zones portuaires ont été ciblées comme sites d'échantillonnage parce que les navires vident habituellement leurs réservoirs dans ces secteurs. De plus, des expériences sur la viabilité du phytoplancton présent dans les eaux de lest de quelques navires étrangers seront également réalisées.

LE RISQUE D'INTRODUCTION ET DE TRANSFERT D'ORGANISMES PAR L'AQUICULTURE

Le développement récent de l'industrie de l'aquiculture au Canada a causé la multiplication des introductions d'espèces non indigènes et des transferts d'organismes d'une même espèce vers des régions différentes de leur aire de distribution. Un programme de certification des piscicultures a été instauré en 1988, suite à l'adoption du *Règlement sur la protection de la santé du poisson* issu de la *Loi sur les pêches*. Bien que la certification ait dans les faits été associée à des avantages économiques importants pour les piscicultures qui visent l'exportation, la protection de la santé du poisson indigène demeure la première raison de ce programme. Le certificat de santé du poisson garantit l'absence de maladies et de parasites dommageables aux salmonidés dans les piscicultures qui ont subi avec succès les inspections sanitaires obligatoires. Le certificat permet aussi à l'entreprise d'exporter des œufs, des juvéniles ou des géniteurs dans les autres provinces canadiennes et encourage l'importation par les entreprises étrangères.

Pour répondre au nombre croissant de demandes de permis pour les transferts entre provinces et pour les importations délibérées d'organismes marins, le MPO a élaboré en 1997 une *Politique*

nationale relative à l'introduction et au transfert d'organismes aquatiques. Cette politique reconnaît trois types de risques : un risque écologique découlant de l'introduction possible d'organismes qui affectent l'équilibre des espèces indigènes par leurs caractéristiques particulières comme prédateurs, compétiteurs ou proies; un risque sanitaire au sens de l'introduction d'agents pathogènes ou nuisibles comme des bactéries, des parasites ou des algues toxiques; et un risque de nature génétique sous la forme du déséquilibre possible des phénotypes d'une population locale.

Cette politique sera appliquée par des comités régionaux qui effectueront l'examen formel des demandes de transfert ou d'introduction. Bien que la politique a été introduite dans le cadre de déplacements d'organismes entre les provinces ou d'importations au Canada, elle pourra être appliquée aux transferts à l'intérieur d'une même province.

REJETS EN MER

Les activités de dragage impliquent le déplacement d'importants volumes de sédiments qui peuvent avoir, à l'endroit du dépôt, des effets négatifs sur la faune aquatique. Le MPO a la responsabilité de fournir au ministère de l'Environnement du Canada des connaissances et des outils scientifiques pour appliquer la réglementation et assurer le suivi des opérations de dragage en mer. Une étude des impacts de ces activités humaines sur l'habitat benthique a été réalisée en 1994 au site de dépôt des sédiments de dragage de L'Anse-à-Beaufils. Ce site est situé près de Percé en Gaspésie et a été sélectionné comme modèle de petit port canadien.

Les résultats de l'étude des communautés benthiques ont révélé que deux ans après le dépôt des sédiments dragués, les caractéristiques initiales de la faune benthique ne se sont pas reconstituées. Quatre groupes d'invertébrés benthiques, représentés par des familles taxonomiques et des modes d'alimentation différents, recolonisent le milieu à des vitesses différentes. Par exemple, la quantité de crustacés diminue de façon marquée, tandis que le nombre de polychètes augmente après le dépôt.

Dans l'optique de la recherche de méthodes de suivi efficaces et peu coûteuses, une analyse plus

poussée est en cours pour examiner la possibilité d'utiliser le rapport biomasse/abondance comme indicateur de l'intensité de l'impact d'un dépôt de sédiments dragués et du stade de recolonisation de la communauté biologique. Ces résultats pourraient influencer sur la durée recommandée d'utilisation d'un site de dépôt.

Barge contenant des sédiments prélevés près d'un quai. Si les sédiments respectent les normes d'Environnement Canada par rapport à la contamination, ils seront immergés en eau libre.

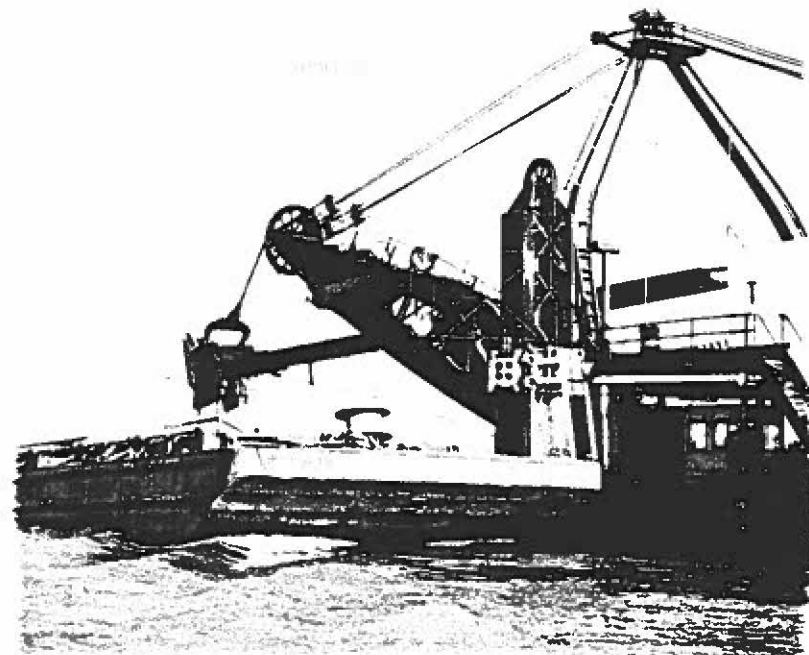


Photo : Pêches et Océans Canada

RÉSEAU DE SURVEILLANCE DES ALGUES TOXIQUES POUR LA PROTECTION DE LA SANTÉ HUMAINE

Au Canada, la croissance estivale de plusieurs espèces de microalgues toxiques et nuisibles pose une menace potentielle pour la santé publique et l'exploitation commerciale et récréative de certaines espèces marines. Parmi les centaines d'espèces phytoplanctoniques présentes dans le

Saint-Laurent, près d'une douzaine sont nuisibles, voire même toxiques. Le dinoflagellé *Alexandrium tamarense* représente l'espèce toxique la plus connue du Saint-Laurent. Cette espèce produit de façon naturelle des neurotoxines dont l'action bloque le transfert de l'influx nerveux chez les mammifères. Les mollusques qui se nourrissent de cette algue peuvent accumuler des concentrations dangereuses de ces toxines. Chez l'humain, les premiers symptômes d'empoisonnement se manifestent par des picotements autour de la bouche et un engourdissement des bras et des jambes. Ce type d'intoxication est appelé Intoxication Paralytante par les Mollusques (IPM).

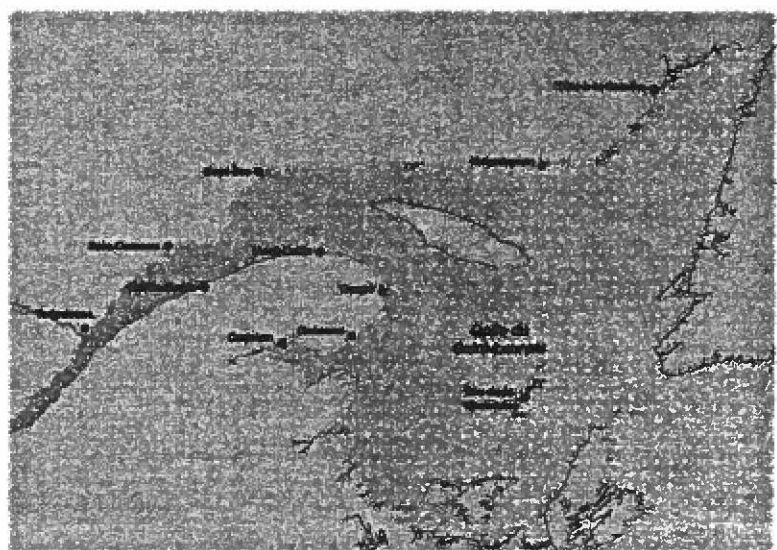


FIGURE 6-1 Réseau de stations du programme de suivi des algues nuisibles et toxiques.

Depuis 1989, le MPO réalise un programme de suivi de la toxicité des algues nuisibles dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent. Le suivi des algues nuisibles consiste à surveiller, grâce à un réseau de stations côtières, l'apparition naturelle de ces algues dans les eaux du Saint-Laurent. Le réseau comprend 11 stations et couvre tout l'est du Québec (voir Figure 6-1).

L'échantillonnage

De mai à octobre, le prélèvement des échantillons d'algues est réalisé chaque semaine à toutes les stations. L'accumulation par les bivalves de toxines produites par ces algues entraîne régulièrement la fermeture de plusieurs zones de récolte de mollusques et nuit également à leur exploitation commerciale.

Le programme de suivi permet ainsi d'aviser rapidement l'Agence canadienne d'inspection des aliments de même que les mytiliculteurs et les pêcheurs d'une éventuelle floraison d'algues nuisibles. Il permet également d'accroître nos connaissances sur l'écologie de ces algues et de signaler l'apparition de nouvelles algues nuisibles dans nos eaux. À long terme, les données de ce programme permettront de mieux connaître la répartition spatiale et temporelle des algues toxiques ainsi que les conditions environnementales favorisant leur floraison.

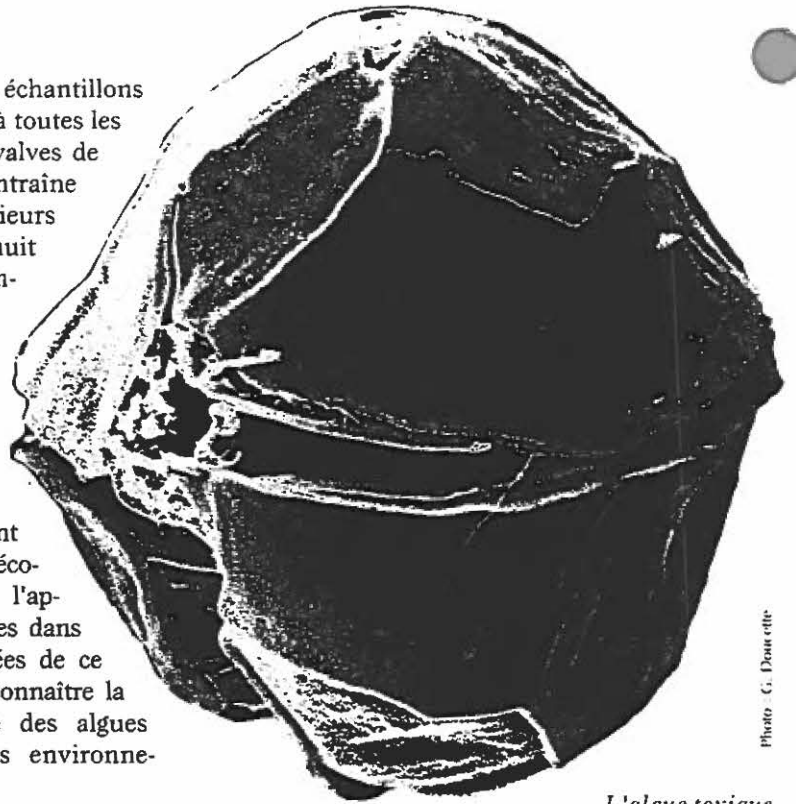


Photo - G. Doucet

L'algue toxique
Alexandrium tamarense
(Agrandissement : 4000 X).

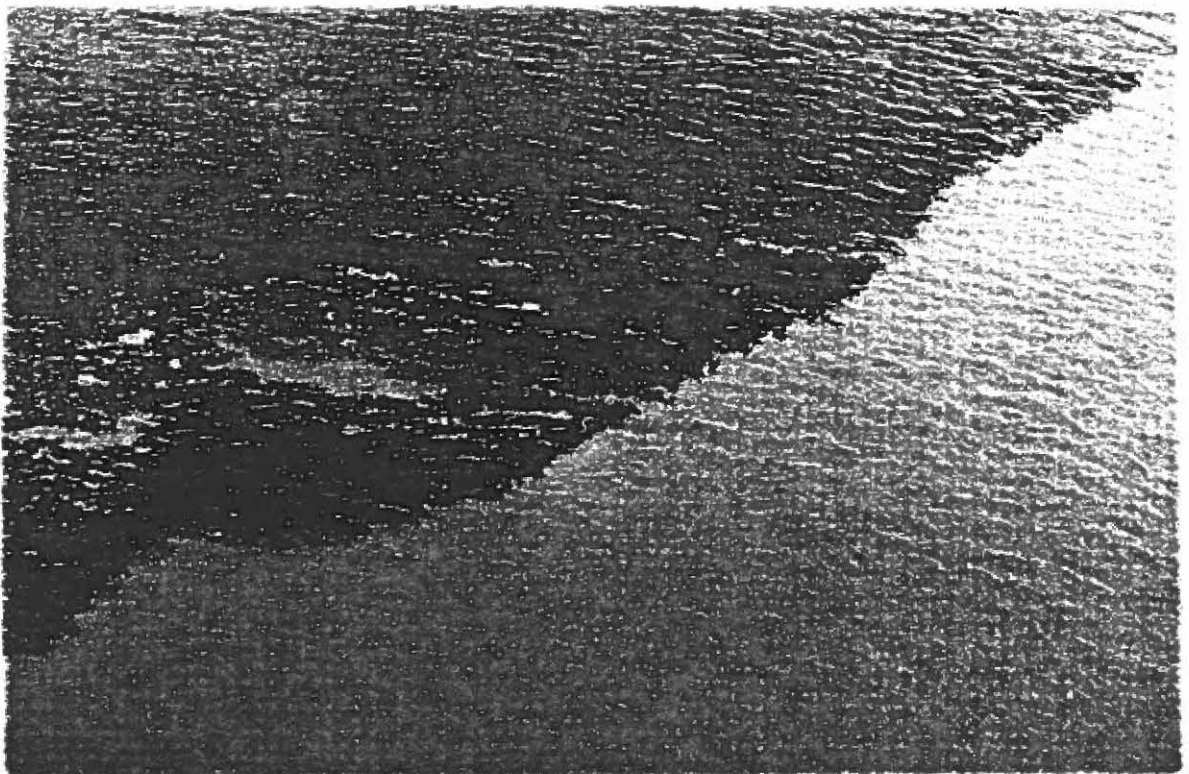


Photo - M. Levasseur

En août 1996, les concentrations exceptionnellement élevées d'algues toxiques ont donné une coloration rougeâtre à l'eau du Saint-Laurent, communément appelée «marée rouge». Il est à noter que le contraste des couleurs de la photo est accentué.

Outils

SYSTÈME D'INFORMATION POUR LA GESTION DE L'HABITAT DU POISSON

En 1993, le MPO a entrepris l'élaboration du *Système d'information pour la gestion de l'habitat du poisson* (SIGHAP) en support à son programme de conservation et de mise en valeur des habitats côtiers du Saint-Laurent. Le SIGHAP est un système d'information à références spatiales qui permet de gérer et d'analyser les informations disponibles sur les habitats, les ressources halieutiques et l'utilisation du milieu.

L'environnement marin du Saint-Laurent a été découpé en huit zones côtières, réparties de l'île d'Orléans jusqu'au golfe du Saint-Laurent (voir Figure 6-2). Pour l'ensemble de ces secteurs, des recherches sur les connaissances du milieu et de son utilisation par les organismes aquatiques ont été réalisées à partir de la littérature scientifique et d'enquêtes auprès des pêcheurs. Des inventaires sur le terrain ont aussi été réalisés à des sites particuliers afin d'obtenir des données

précises qui permettent de valider les données du système.

Les connaissances ainsi accumulées sont divisées en trois grands thèmes : Ressource, Habitat et Utilisation. Le thème *Ressource* regroupe les informations relatives aux activités et aux stades de vie des organismes aquatiques (plantes et animaux). Le thème *Habitat* réunit les informations permettant de faire le portrait des habitats des ressources pour l'ensemble des zones étudiées et le thème *Utilisation*, les informations sur les activités socio-économiques.

Ce système d'information est particulièrement utile lors des évaluations d'impacts sur l'habitat et lors des urgences environnementales. Le système permet non seulement de gérer des volumes importants de données sur le milieu marin, mais aussi d'effectuer des analyses et de produire des résultats sous forme cartographique. Ainsi, le système peut cartographier la sensibilité des habitats côtiers face aux déversements pétroliers. Il offre aussi un soutien aux projets de restauration et de mise en valeur des habitats. On s'en sert également pour développer des stratégies de gestion intégrée de la zone côtière.

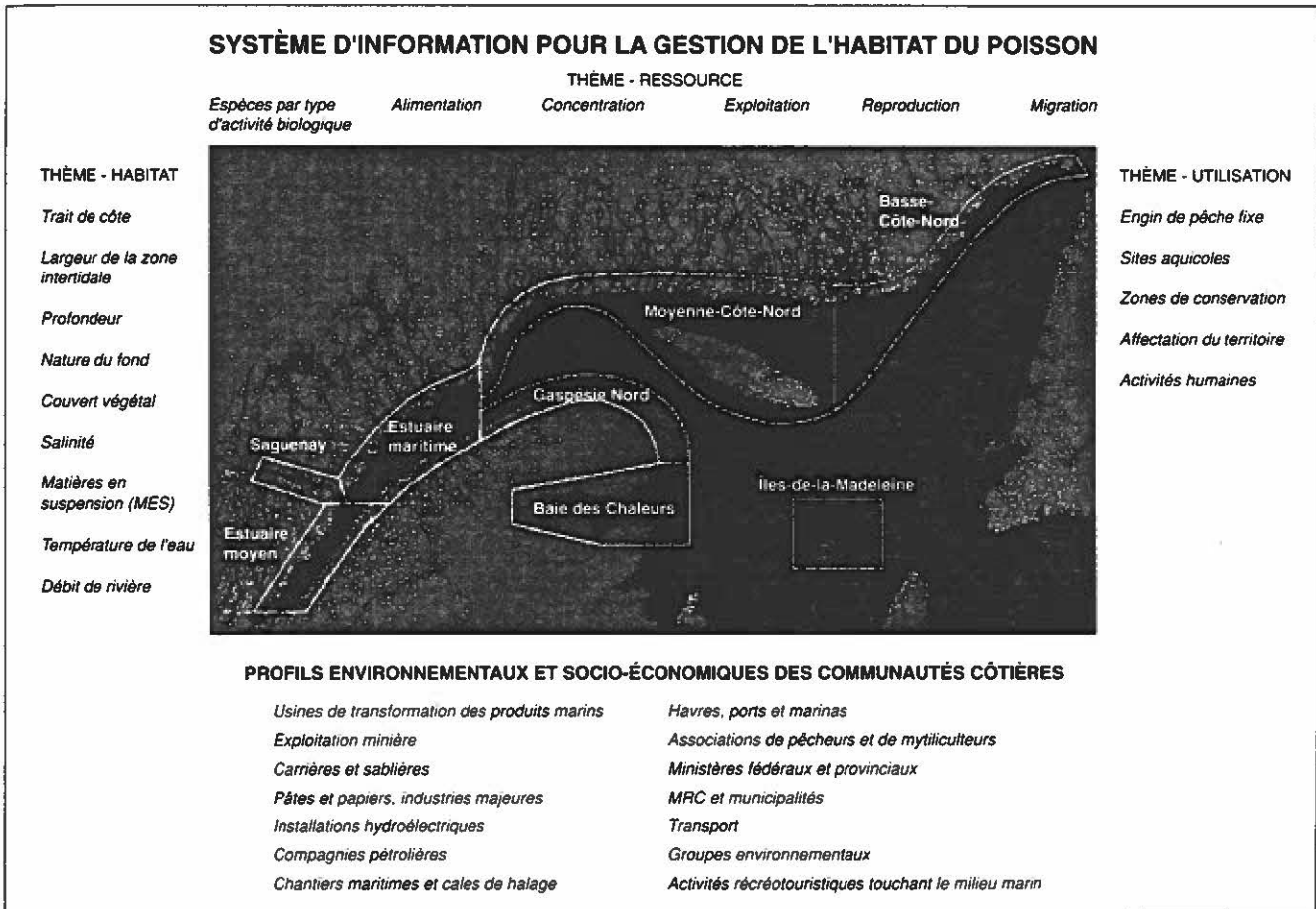
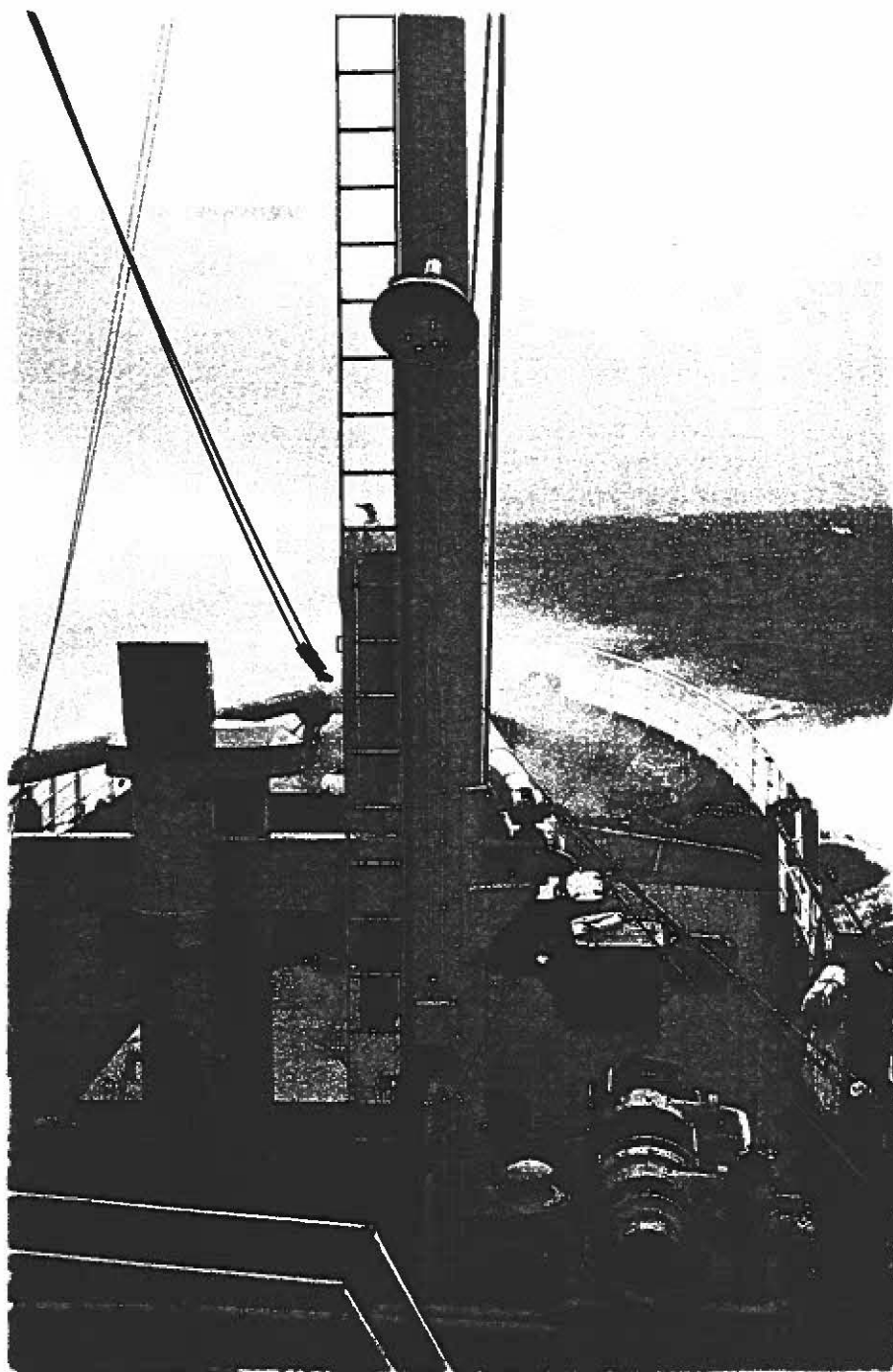


FIGURE 6-2 Zones côtières et paramètres du Système d'information pour la gestion de l'habitat du poisson.

SYSTÈME DE GESTION DES DONNÉES OCÉANOGRAPHIQUES

Pourquoi gérer les données océanographiques? Les données océanographiques sont l'ensemble des paramètres physiques, chimiques et biologiques que les scientifiques mesurent lorsqu'ils vont en mer dans le cadre de leurs projets de recherche. Ces mesures comprennent notamment la température, la salinité, la vitesse et la direction des courants de même que la concentration en oxygène dissous et en éléments nutritifs. Des données biologiques comme la concentration en chlorophylle *a*, couramment utilisée comme un indice de la biomasse phytoplanctonique, sont également incluses. Il faut gérer les données océanographiques et les mettre en sécurité parce qu'elles possèdent une grande valeur. En effet, les coûts reliés à leur acquisition en mer sont très élevés et il est impossible de remplacer une donnée perdue. En fait, on peut même dire que les données océanographiques ont une valeur inestimable.

C'est pourquoi l'IML travaille depuis 1994 au développement du *Système de gestion des données océanographiques* (SGDO) qui permet de cataloguer et d'archiver de façon sécuritaire les données. Il est prévu que toutes les données historiques se rattachant à l'océanographie du Saint-Laurent se retrouvent dans le système. Dans un tel système, on recherche les données de la même façon qu'on consulterait le catalogue d'une bibliothèque. Il sera aussi possible d'accéder au système par le réseau Internet.



Bateau utilisé par les océanographes.

Au fil du temps, le contenu du système ira en s'enrichissant, de sorte qu'il constituera véritablement un patrimoine de données. Il sera alors facile d'obtenir des séries de données afin d'effectuer, par exemple, des études climatiques et environnementales.

SYSTÈME D'INFORMATION SUR LES NIVEAUX DES EAUX CÔTIÈRES ET OCÉANIQUES

Le *Système d'information sur les niveaux des eaux côtières et océaniques* (SINECO) a été développé conjointement par le Service Hydrographique du Canada du MPO et la firme Services maritimes INFOMAR, inc. Depuis le début des années 1990, ce système fournit de l'information sur les niveaux d'eaux entre Montréal et Sept-Îles.

Le réseau comprend 18 points de mesure qui transmettent leurs observations par radio à cinq stations réceptrices réparties sur le territoire. Chacune de ces tours est reliée à cinq micro-ordinateurs (serveurs locaux) qui reçoivent des

données et les acheminent vers un ordinateur central de traitement basé à l'IML. Par la suite, ces données sont vérifiées et retransmises au Service de communication et de trafic maritime de la Garde côtière canadienne et aux usagers de la voie navigable du Saint-Laurent abonnés au système, par exemple les navigateurs commerciaux. L'information fournie par ce réseau contribue à la sécurité du transport maritime et à l'optimisation des chargements et des transits des navires. En effet, lorsqu'on sait que chaque 2,5 cm supplémentaires de tirant d'eau peut représenter pour les gros navires une augmentation de 150 tonnes de cargo (ou 13 conteneurs) équivalant à un revenu d'environ 26 000\$, on comprend que les armateurs visent un chargement optimal de leur bateau, d'où l'intérêt d'obtenir des observations précises des niveaux d'eaux.

LES NIVEAUX D'EAUX

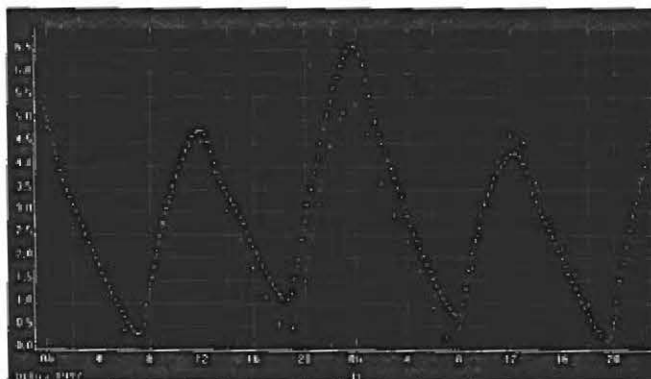
Dans ces exemples, choisis pour illustrer le type de données fournies par le système SINECO, les courbes en rouge représentent les observations de niveaux d'eaux enregistrées par le système alors que celles en vert sont les prédictions selon les tables de marée. Les lignes turquoises sont les prévisions calculées par des modèles mathématiques qui tiennent compte des observations enregistrées au cours des dernières heures.

Données de niveaux d'eaux enregistrées à la station de Québec le 30 décembre 1997

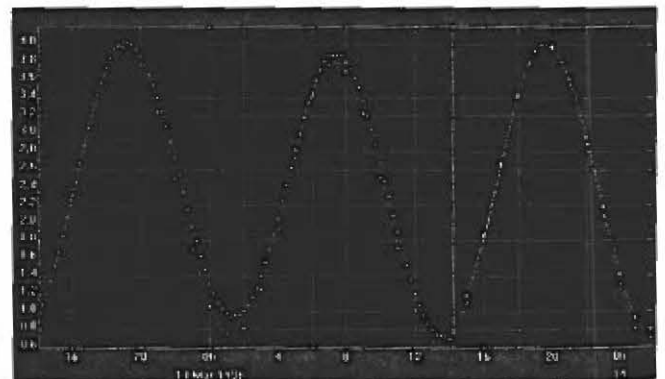
Le 30 décembre 1997 est une journée mémorable pour les habitants de la ville de Québec. En effet, les conditions météorologiques particulières de cette journée et les vents associés à la basse pression atmosphérique (le minimum atteint fut 973 mbar) ont causé une élévation anormale des eaux du Saint-Laurent qui ont alors envahi la rue Dalhousie. On voit en effet que les observations enregistrées à la station de Québec sont plus de 1,5 mètre supérieures aux valeurs prédites par les tables de marée.

Données de niveaux d'eaux enregistrées à la station de Rimouski le 13 mars 1998

Les données de la station de Rimouski représentent ce que l'utilisateur voit à son écran lorsqu'il consulte le système en temps réel. La ligne verticale en jaune représente l'heure à laquelle l'image a été captée. Ainsi, à droite de cette ligne verticale, les observations sont absentes puisque l'événement ne s'était pas encore produit. Cependant, en plus des prédictions des tables de marée, le navigateur peut prendre connaissance des résultats des calculs de prévision des niveaux d'eaux fournis par le système.



Station de Québec, le 30 décembre 1997.



Station de Rimouski, le 13 mars 1998.

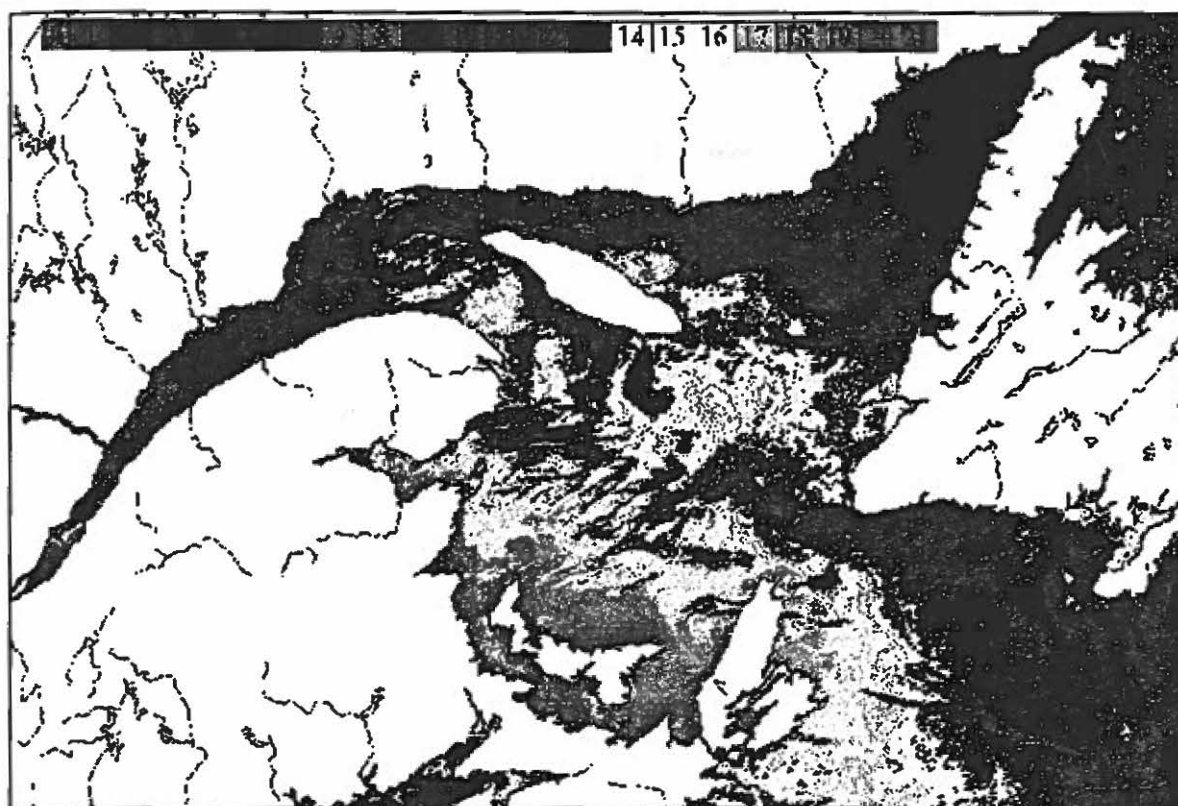


FIGURE 6-3 Image satellite de la température de surface de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent au mois de juillet 1996. Les valeurs de température associées aux différentes couleurs sont présentées par une échelle située dans la partie supérieure de l'image.

DES SATELLITES POUR UNE VISION GLOBALE DU SAINT-LAURENT

Dans un écosystème aussi vaste que le Saint-Laurent, il existe des différences régionales et temporelles importantes qui résultent, entre autres, des interactions entre la marée, la bathymétrie, le vent et les débits d'eau douce. Les outils de mesure traditionnels des océanographes, tels que le navire et la bouée dérivante équipée d'appareils de mesure, sont incapables de capter toute la complexité du Saint-Laurent et de nouvelles techniques de mesure s'imposent. Une de ces techniques consiste en l'utilisation d'images captées par les satellites d'observation de la Terre. De par leur situation privilégiée à plus de 800 km d'altitude, ces satellites permettent d'observer de vastes portions de l'océan en quelques minutes. De plus, leur intervalle de passage, de quelques heures à quelques jours, permet d'obtenir des vues fréquentes des processus physiques et biologiques qui se déroulent dans le Saint-Laurent. Par exemple, au fil du temps, l'accumulation de ces images permet d'étudier les processus saisonniers et, à plus long terme, les changements climatiques.

En 1994, une station de réception d'images satellites a été installée à l'IML. Moins d'une heure après le passage d'un satellite, on peut obtenir des cartes de température de la surface de la mer en utilisant les données qu'il a acquises (voir Figure 6-3). Ces images, qui permettent d'observer les variations spatiales de la température de surface, peuvent aussi être utilisées à d'autres fins, telle la mesure des courants de surface. L'analyse de séquences d'images permet également de suivre l'évolution de méandres et de tourbillons qui se développent fréquemment dans l'Estuaire et au large de la Gaspésie ainsi que d'observer d'importantes remontées d'eau froide générées par le vent le long de la côte nord du Golfe et de la baie des Chaleurs. La station de réception de l'IML permet aussi de capter les images d'un autre type de satellite qui observe les changements de couleur de la mer générés par la présence d'algues microscopiques et permet ainsi de mesurer la quantité de phytoplancton dérivant à la surface des océans. L'utilisation conjointe des images captées par ces deux types de satellites rend alors possible l'étude et une meilleure compréhension de l'influence des phénomènes physiques, notamment la température et les courants, sur l'abondance des organismes planctoniques.

Initiatives en cours et à venir

PROGRAMME DU MPO SUR LES PRODUITS CHIMIQUES TOXIQUES

Il est de plus en plus reconnu que la recherche de solutions aux problèmes environnementaux dans le but d'assurer la durabilité des ressources naturelles nécessite une approche écosystémique. Dans le cadre du *Programme du MPO sur les produits chimiques toxiques*, qui a débuté en 1997, une attention particulière est accordée aux approches intégrées qui favorisent la collaboration multidisciplinaire entre les experts scientifiques, les clients et les partenaires. Plus particulièrement, une emphase est mise à la détermination du devenir des produits chimiques toxiques dans des écosystèmes aquatiques spécifiques de même qu'à celle de leurs effets sur le poisson et son habitat.

Les grandes priorités de recherche du *Programme du MPO sur les produits chimiques toxiques* sont les suivantes :

- évaluer les effets biologiques des produits chimiques toxiques;
- établir le devenir des produits chimiques toxiques;
- déterminer la distribution spatiale et les tendances temporelles;
- étudier les effets des effluents industriels et urbains et des développements industriels majeurs;
- définir les effets des pesticides, des produits médicaux et de l'agriculture et des produits chimiques non détectés jusqu'à présent;
- effectuer la gestion des données et de l'information.



Photo : H. Welch

Vue d'une zone côtière.

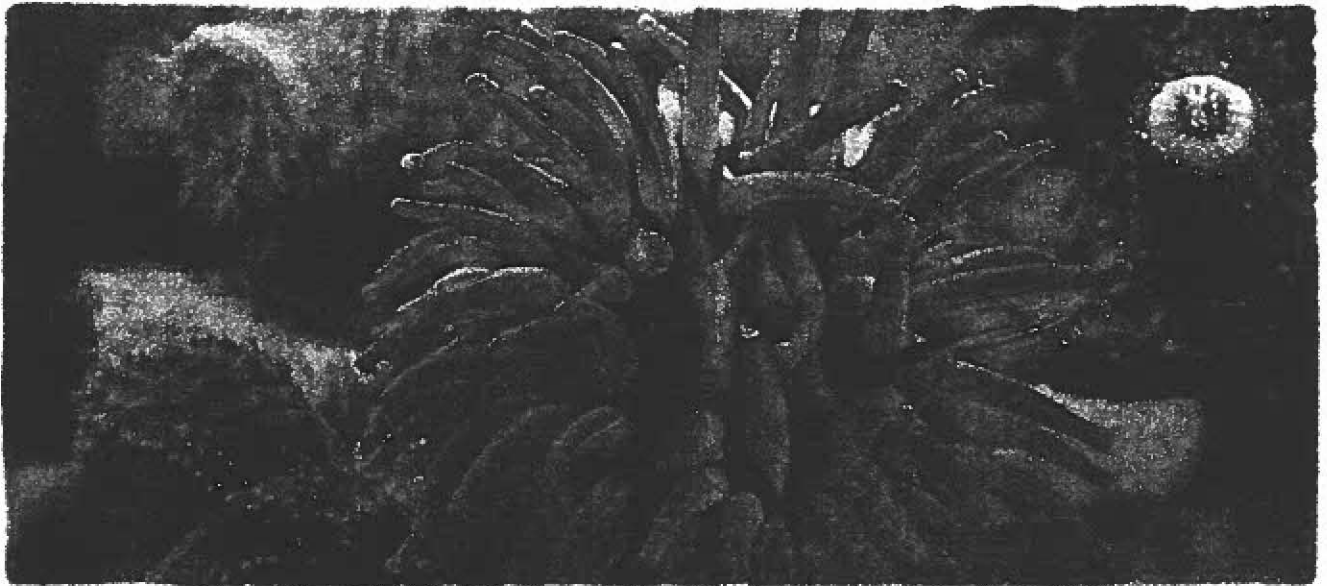
LOI SUR LES OCÉANS

La *Loi sur les océans* du Canada est entrée en vigueur en janvier 1997 et a établi une nouvelle approche de gestion coopérative pour la conservation et la protection des écosystèmes marins. Cette approche est basée sur le principe que les activités en milieu marin et leur gestion doivent reposer sur une collaboration entre les gouvernements et les intervenants. À cet égard, le MPO a amorcé, dès avril 1997, trois initiatives fondamentales en appui à la stratégie de gestion des écosystèmes marins : 1) l'élaboration de plans de gestion intégrée de la zone côtière; 2) l'établissement de zones de protection marines; et 3) l'adoption et l'application de lignes directrices, de critères et de normes de qualité du milieu marin visant à préserver et à protéger la santé des écosystèmes.

Gestion intégrée de la zone côtière

La gestion intégrée des zones côtières fait partie intégrante de la démarche de gestion des écosystèmes marins, telle que définie dans la *Loi sur les océans* du Canada. L'accent est mis sur la zone côtière qui est soumise aux plus grands stress et à laquelle s'intéressent la plupart des intervenants. La gestion intégrée des zones côtières repose notamment sur un processus de coordination, de consultation et de planification conçu pour permettre les consensus. Elle favorise la participation des intervenants aux décisions communautaires avec l'appui, au besoin, des partenaires et organismes gouvernementaux pertinents.

En collaboration avec tous les intervenants concernés, notamment ses partenaires du *Plan d'action Saint-Laurent*, le MPO réalisera ou participera étroitement à l'élaboration de plans de gestion intégrée de la zone côtière du Saint-Laurent marin et développera des outils de gestion à l'intention des intervenants locaux pour la mise en œuvre et le suivi de ces plans. Dans le cadre de ce programme, le ministère utilisera également des tables de concertation locales, comme les comités ZIP mis en place dans les secteurs prioritaires d'intervention le long du Saint-Laurent (voir le chapitre *Implication communautaire*). Les comités locaux seront appelés à jouer un rôle déterminant de rassembleur lors de l'élaboration et la mise en œuvre des plans de gestion des zones côtières. S'ajoutera également à l'initiative de gestion intégrée de la zone



Vue d'un fond marin.

côtière, l'implication directe du ministère dans la mise en œuvre des Plans d'Action et de Réhabilitation Écologique (PARE) touchant les écosystèmes marins. C'est à ce niveau que les interventions du MPO seront les plus déterminantes et pourraient inclure, par exemple, des projets d'amélioration du milieu côtier ainsi que la restauration et la mise en valeur d'habitats du poisson.

Établissement et gestion des zones de protection marines

Une Zone de Protection Marine (ZPM) est un espace maritime qui peut être désigné en vue de la conservation et de la protection de l'une ou l'autre des composantes marines suivantes: les ressources halieutiques, commerciales ou autres, y compris les mammifères marins et leur habitat; les espèces en voie de disparition et les espèces menacées, et leur habitat; les habitats uniques; les espaces marins riches en biodiversité ou en productivité biologique; et toute autre ressource ou habitat marin, au besoin, pour la réalisation du mandat du ministère des Pêches et des Océans.

Au printemps 1997 avait lieu l'examen public d'une approche proposée par le MPO pour la création de zones de protection marines. Au cours des mois qui ont suivi, une politique et un cadre national pour l'établissement et la gestion des ZPM ont été élaborés. Une démarche régionale basée sur le cadre national a également été rédigée et servira de référence pour la sélection des sites d'intérêt, la mise en candidature et la désignation des ZPM. La participation des intervenants

concernés et du grand public font partie intégrante de toutes les étapes du processus. La mise en œuvre du *Programme des Zones de protection marines* du MPO débutera par une phase d'apprentissage, soit la mise en place de ZPM pilotes visant à éprouver le cadre national et la démarche régionale. Toujours dans un contexte régional, une harmonisation des initiatives fédérales et provinciales concernant les aires marines protégées est prévue dans le cadre du *Plan d'action Saint-Laurent*.

Santé des écosystèmes

La santé des écosystèmes se définit par rapport à des normes environnementales conçues pour préserver et protéger l'intégrité et la qualité de ces écosystèmes. Cela signifie que les décisions prises concernant la planification et la gestion des activités exercées dans les eaux estuariennes, côtières et marines doivent tenir compte de la santé des écosystèmes.

En support notamment à la mise en œuvre de plans de gestion intégrée de la zone côtière et à l'établissement de zones de protection marines, des outils d'évaluation de la qualité du milieu marin seront produits. L'examen de l'état de santé d'un écosystème marin doit tenir compte de la contamination des ressources et des habitats, de l'état des populations exploitées et de l'évolution temporelle de l'écosystème à l'étude. Par conséquent, des indicateurs et des objectifs de qualité du milieu marin incorporant ces différents aspects seront développés par l'entremise de projets-pilotes qui seront graduellement lancés et auxquels seront associées différentes expertises.

UNE PHASE III POUR LE PLAN D'ACTION SAINT-LAURENT

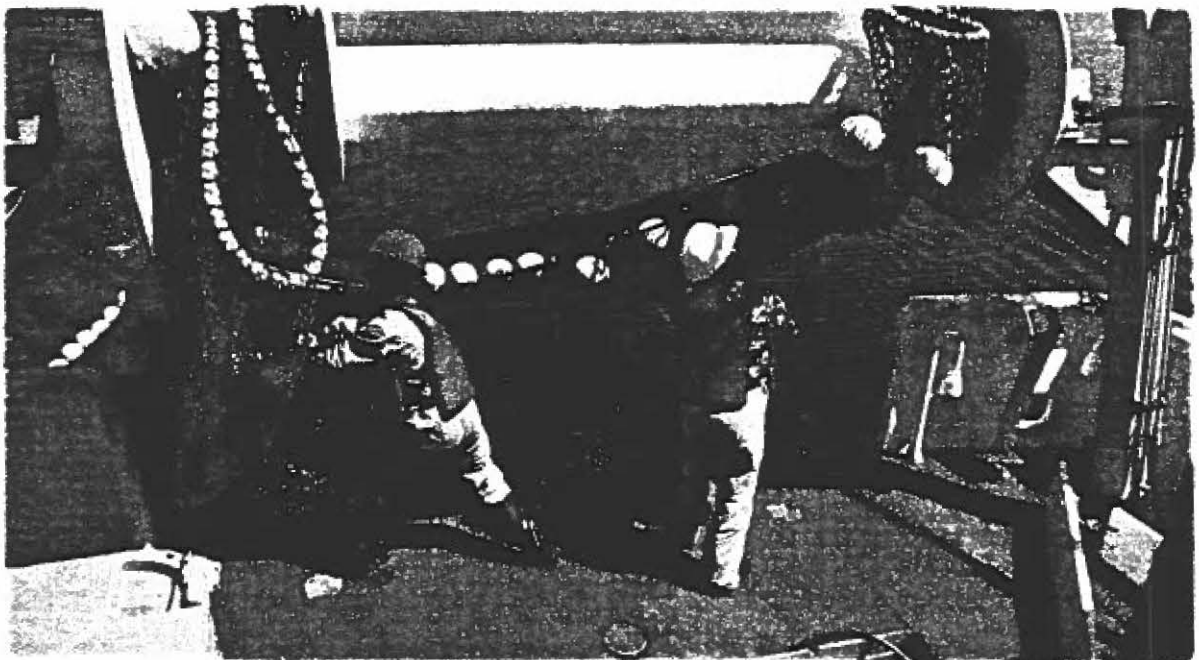
Le *Plan d'action Saint-Laurent* est un programme conjoint fédéral-provincial qui vise à protéger, restaurer et conserver l'ensemble du système du Saint-Laurent pour en redonner l'usage aux citoyens dans une perspective de développement durable. Le ministère des Pêches et des Océans a participé aux phases I (1988-1993) et II (1993-1998) du *Plan d'action Saint-Laurent* à titre de partenaire actif.

Le MPO contribuera aussi à la phase III du plan d'action, plus particulièrement en ce qui concerne le rétablissement du béluga du Saint-Laurent, la mise en œuvre de projets de gestion intégrée de la zone côtière et d'aires marines protégées, la conservation et la restauration d'habitats marins ainsi que le monitoring de l'écosystème marin et de sa contamination chimique. Divers aspects environnementaux reliés à la navigation sur le fleuve, notamment la gestion intégrée du dragage, la protection des berges contre l'érosion, l'introduction d'espèces non indigènes par les eaux de lest des navires et les prévisions des niveaux d'eaux du Saint-Laurent feront également partie des efforts que le ministère déploiera pour rencontrer les objectifs du *Plan d'action Saint-Laurent*. Au MPO, ces activités impliqueront les secteurs des Sciences, des Océans et de la Garde côtière.

Un appui soutenu sera aussi accordé aux initiatives locales en matière de protection, de restauration et de mise en valeur des habitats et des ressources marines. En effet, le MPO croit que le succès d'un programme tel que le *Plan d'action Saint-Laurent* repose en grande partie sur l'implication directe des intervenants du milieu, notamment les collectivités côtières.

OBSERVATOIRE DU SAINT-LAURENT

En 1997, le MPO a initié le développement de l'*Observatoire du Saint-Laurent* qui est un projet visant à réunir les organismes publics (par exemple les ministères fédéraux et provinciaux, les universités et les municipalités) et privés (par exemple les firmes de consultants, les compagnies de navigation et les pêcheurs) impliqués dans la collecte de données environnementales du Saint-Laurent. Ce projet vise l'implantation d'un système d'information intégrée des données environnementales qui permettra une exploitation rapide et efficace des données de tous les partenaires participants. Le système servira à mieux comprendre, prédire, analyser ou modéliser les changements qui se produisent dans le Saint-Laurent. L'*Observatoire du Saint-Laurent* constitue un projet-pilote. Le concept pourra par la suite être étendu à d'autres régions canadiennes ou à l'ensemble du Canada.



Échantillonnage à l'aide d'un chalut de fond.

GLOSSAIRE

Amont : la partie d'un cours d'eau comprise entre un point considéré et la source.

Atténuation (selon la *Politique de gestion de l'habitat du poisson*) : mesures prises pendant la planification, la conception, la réalisation et le déroulement des travaux ou des projets afin de limiter leurs effets négatifs sur l'habitat.

Aucune perte nette (selon la *Politique de gestion de l'habitat du poisson*) : principe de travail en vertu duquel le ministère adopte des mesures de compensation pour équilibrer les pertes d'habitat inévitables, de manière à empêcher une diminution des ressources halieutiques due à des dommages causés à l'habitat.

Benthos : ensemble des organismes qui vivent au fond d'un milieu aquatique naturel.

Biodiversité : caractéristique d'un peuplement déterminée par le nombre d'espèces présentes et leur abondance respective.

Biomasse : masse totale des êtres vivants, soit dans leur ensemble ou par groupe systémique, par unité de surface dans un biotope et à un temps donné.

Chlorophylle a : pigment responsable de la photosynthèse et qui donne la couleur verte aux végétaux.

Compensation de perte d'habitat (selon la *Politique de gestion de l'habitat du poisson*) : remplacement de l'habitat naturel, augmentation de la capacité de production des habitats existants ou maintien de la production de poisson par des moyens artificiels, dans des circonstances dictées par les conditions socio-économiques et lorsque les techniques d'atténuation ne parviennent pas à maintenir la productivité des stocks de poisson.

Colonne d'eau : eau comprise entre la surface de la mer et le fond marin.

Compétition : concurrence qui s'établit entre plusieurs organismes vivants pour une même source d'énergie ou de matière lorsque la demande pour celle-ci est supérieure à la disponibilité.

Dinoflagellé : groupe d'algues microscopiques caractérisé par la présence de deux flagelles.

Eaux de lest ou de ballast : eaux emmagasinées dans les réservoirs des navires qui assurent leur stabilité et dont le remplissage ou la vidange fait varier la flottabilité du navire.

Effluent : désigne de façon générale tout fluide émis par une source de pollution.

Espèce non indigène : espèce végétale ou animale qui a été introduite d'ailleurs, c'est-à-dire qui n'habite pas de façon naturelle dans l'écosystème.

Frayère : endroit où la femelle du poisson dépose ses œufs et où le mâle les féconde.

Génotype : patrimoine génétique d'un individu qui dépend des gènes hérités de ses parents.

Habitat du poisson (selon la *Loi sur les pêches*) : désigne les frayères, les aires d'alevinage, de croissance et d'alimentation et les routes migratoires dont dépend, directement ou indirectement, la survie des poissons.

Neurotoxine : toxine qui agit spécifiquement sur le tissu nerveux.

Pathogène : se dit d'un organisme susceptible de causer des lésions ou des maladies.

Phénotype : ensemble des caractères morphologiques et physiologiques d'un organisme vivant qui résultent de l'interaction de son génotype avec le milieu dans lequel il vit.

Phytoplancton : ensemble des organismes du plancton qui appartiennent au règne végétal.

Plancton : ensemble des organismes animaux (zooplancton) et végétaux (phytoplancton), en général de très petite taille, qui vivent en suspension dans l'eau.

Poissons (selon la *Loi sur les pêches*) : comprend les poissons proprement dits et leurs parties, les mollusques, les crustacés et les animaux marins ainsi que leurs parties, les œufs, le sperme, la laitance, le frai, les larves, le naissain et les petits des animaux marins.

Promoteur : personne ou organisme qui initie un projet et voit à sa réalisation.

Protection de l'habitat (selon la *Politique de gestion de l'habitat du poisson*) : élaboration de

lignes directrices et de conditions et application des lois afin de prévenir toute détérioration, destruction ou perturbation de l'habitat du poisson.

Ressources halieutiques (selon la *Politique de gestion de l'habitat du poisson*) : stocks ou populations de poisson (tel que défini dans ce glossaire) qui soutiennent des activités de pêche commerciale, sportive et de subsistance.

Sédiment marin : ensemble des particules naturelles (boues, argiles, coquillages et matière organique morte) qui ont été transportées sur le fond marin.

Système d'information à références spatiales : ensemble de principes, de méthodes, d'instruments et de données à références spatiales utilisées pour saisir, conserver, extraire, mesurer, transformer, analyser et cartographier les phénomènes et les processus dans un espace géographique donné.

Taxon : unité systémique représentée, notamment par une famille, un genre, une espèce.

Zooplankton : ensemble des organismes du plancton qui appartiennent au règne animal.

RÉFÉRENCES

Argus inc. 1997. Rapport descriptif du système d'information pour la gestion de l'habitat du poisson (SIGHAP). Ministère des Pêches et des Océans du Canada, 29 p. + 2 annexes.

Blasco, D., M. Levasseur, R. Gélinas, R. Larocque, A.D. Cembella, B. Huppertz et E. Bonneau. 1998. Monitoring du phytoplancton toxique et des toxines de type IPM dans les mollusques du Saint-Laurent : 1989 à 1994. Rapp. stat. can. hydrogr. sci. océan. 151 : x + 117 p.

Fuentes-Yaco, C., A.F. Vézina, P. Larouche, C. Vigneau, M. Gosselin et M. Levasseur. 1997. Phytoplankton pigment in the Gulf of St. Lawrence, Canada as determined by the Coastal Zone Color Scanner. Part 1. Spatio-temporal variability. *Continental Shelf Research*, 17 (12) : 1421-1439.

Fuentes-Yaco, C., A.F. Vézina, P. Larouche, Y. Gratton et M. Gosselin. 1997. Phytoplankton pigment in the Gulf of St. Lawrence, Canada as determined by the Coastal Zone Color Scanner. Part 2. Multivariate analysis. *Continental Shelf Res.* 17 (12) : 1441-1459.

Harvey, M., D. Gauthier et J. Munro. 1998. Temporal changes in the composition and abundance of the macrobenthic invertebrate communities at dredged material disposal sites in L'Anse-à-Beaufils, Baie des Chaleurs, Eastern Canada. *Mar. Poll. Bull.* 36 : 41-55.

Pêches et Océans Canada. 1998. Le programme des zones de protection marines du ministère des Pêches et des Océans. Document de travail. Direction générale des communications, Pêches et Océans Canada, Ottawa, Ontario, 24 p. + annexes.

Pêches et Océans Canada. 1997. Système national sur les contaminants : Introduction. Service des données sur le milieu marin, Pêches et Océans Canada, Ottawa, Ontario, 4 p.

Pêches et Océans Canada. 1997. Système national sur les contaminants : Optique de l'utilisateur. Service des données sur le milieu marin, Pêches et Océans Canada, Ottawa, Ontario, 4 p.

Pêches et Océans Canada. 1986. Politique de gestion de l'habitat du poisson du ministère des Pêches et des Océans. Direction générale des communications, Ministère des Pêches et des Océans, Ottawa, Ontario, 28 p.