



Pêches et Océans
Canada

Fisheries and Oceans
Canada

Sciences

Science

S C C S

C S A S

Secrétariat canadien de consultation scientifique Canadian Science Advisory Secretariat

Compte rendu 2008/023

Proceedings Series 2008/023

**Compte rendu des ateliers sur
l'élaboration du cadre de suivi
écologique de la future zone de
protection marine Manicouagan,
Québec**

**Proceedings of the workshops held
for preparing the ecological
monitoring framework of the future
Manicouagan Marine Protected Area,
Quebec**

**Le 15 décembre 2006,
le 24 janvier 2007,
le 7 mars 2007,
Mont-Joli**

**December 15, 2006,
January 24, 2007,
March 7, 2007,
Mont-Joli**

**Susanne Mark, rédactrice
Lizon Provencher, rédactrice
Elaine Albert, rédactrice**

**Susanne Mark, editor
Lizon Provencher, editor
Elaine Albert, editor**

Jean Munro, président

Jean Munro, chair

Institut Maurice-Lamontagne
Pêches et Océans Canada
850, Route de la Mer
Mont-Joli (Québec) G5H 3Z4

Maurice Lamontagne Institute
Fisheries and Oceans Canada
850 Route de la Mer
Mont-Joli (Quebec) G5H 3Z4

Octobre 2008

October 2008

Avant-propos

Le présent atelier n'a pas été tenu dans le cadre officiel du processus des avis scientifiques du ministère des Pêches et des Océans (MPO). Il est toutefois documenté dans la série des comptes rendus du Secrétariat canadien de consultation scientifique (SCCS), car il couvre des thèmes pour lesquels le secteur des Sciences du MPO a contribué par leur avis au développement d'outils pour la gestion des Océans. Le présent compte rendu fait état des activités, des discussions et des recommandations qui ont eu lieu lors de l'atelier.

Foreword

This workshop was not carried out as a formal Department of Fisheries and Oceans (DFO) Science Advisory process; however, it is being documented in the Canadian Science Advisory Secretariat (CSAS) Proceedings series as it presents subjects for which DFO Science Sector contributed by their advice to the development of tools for Oceans management. The purpose of these proceedings is to archive the activities, discussions and recommendations of the meeting.

**Compte rendu des ateliers sur
l'élaboration du cadre de suivi
écologique de la future zone de
protection marine Manicouagan,
Québec**

**Le 15 décembre 2006,
le 24 janvier 2007,
le 7 mars 2007,
Mont-Joli**

**Susanne Mark, rédactrice
Lizon Provencher, rédactrice
Elaine Albert, rédactrice**

Jean Munro, président

**Proceedings of the workshops held
for preparing the ecological
monitoring framework of the future
Manicouagan Marine Protected Area,
Québec**

**December 15, 2006,
January 24, 2007,
March 7, 2007,
Mont-Joli**

**Susanne Mark, editor
Lizon Provencher, editor
Elaine Albert, editor**

Jean Munro, chair

Institut Maurice-Lamontagne / Maurice Lamontagne Institute
Pêches et Océans Canada / Fisheries and Oceans Canada
850, Route de la Mer
Mont-Joli (Québec) G5L 3Z4

Octobre 2008

October 2008

© Sa Majesté la Reine du Chef du Canada, 2008
© Her Majesty the Queen in Right of Canada, 2008

ISSN 1701-1272 (Imprimé / Printed)

Une publication gratuite de :
Published and available free from:

Pêches et Océans Canada / Fisheries and Oceans Canada
Secrétariat canadien de consultation scientifique / Canadian Science Advisory Secretariat
200, rue Kent Street
Ottawa, Ontario
K1A 0E6

<http://www.dfo-mpo.gc.ca/csas/>

CSAS@DFO-MPO.GC.CA



Imprimé sur papier recyclé.
Printed on recycled paper.

On doit citer cette publication comme suit :
Correct citation for this publication:

MPO. 2008. Compte rendu des ateliers sur l'élaboration du cadre de suivi écologique de la future zone de protection marine Manicouagan, Québec ; le 15 décembre 2006, le 24 janvier 2007, le 7 mars 2007. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Compte rendu 2008/023.

DFO. 2008. Proceedings of the workshops held for preparing the ecological monitoring framework of the future Manicouagan Marine Protected Area, Québec; December 15, 2006, January 24, 2007, March 7, 2007. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Proceed. Ser. 2008/023.

TABLE DES MATIÈRES / TABLE OF CONTENTS

SOMMAIRE / SUMMARY.....	v
INTRODUCTION / INTRODUCTION.....	1
ATELIER 1 : RESSOURCES EXPLOITÉES / WORKSHOP 1: EXPLOITED RESOURCES...2	
Buccin commun / Waved whelk	3
Mactre de Stimpson / Stimpson's surfclam	7
Mye commune / Softshell clam	10
Crabe des neiges / Snow crab	13
Conclusions de l'atelier 1 / Conclusions from workshop 1	15
ATELIER 2 : PRODUCTIVITÉ ET OCÉANOGRAPHIE / WORKSHOP 2: PRODUCTIVITY AND OCEANOGRAPHY	17
Processus bio-océanographiques / Bio-oceanographic processes	17
Bathymétrie et cartographie multifaisceaux / Bathymetry and multibeam mapping	17
Patrons sédimentaires / Sedimentary patterns	19
Température, salinité, oxygène et glaces / Temperature, salinity, oxygen and ice	19
Température et salinité près de la côte / Temperature and salinity near the coast.....	21
Courants et circulation d'eau / Currents and water circulation.....	22
Sels nutritifs et phytoplancton (production primaire) / Nutrients and phytoplankton (primary production)	23
Zooplancton (production secondaire) : aspect temporel / Zooplankton (secondary production): temporal aspect.....	24
Zooplancton (production secondaire) : aspect spatial / Zooplankton (secondary production): spatial aspect.....	25
Débits des rivières et qualité des eaux / River flow rates and water quality	26
Algues toxiques / Toxic algae.....	28
Discussion sur les composantes clés des écosystèmes dans la ZPM / Discussion on key components of the ecosystems in the MPA	29
Pressions environnementales dans la ZPM / Environmental pressures in the MPA	37
Hydroélectricité / Hydroelectricity	37
Sédimentation et contaminants / Sedimentation and contaminants	37
Outils potentiels pour le suivi de la ZPM / Potential tools for the MPA monitoring	39
Télédétection / Remote sensing.....	39
Hydroacoustique / Hydroacoustics.....	41
Base de données et cartographie de l'habitat benthique / Database and mapping of the benthic habitat	41
Recommandations pour le suivi et la recherche dans la ZPM / Recommendations for the monitoring and research in the MPA	42
Conclusions de l'atelier 2 / Conclusions from workshop 2	46
ATELIER 3 : DIVERSITÉ BIOLOGIQUE / WORKSHOP 3: BIOLOGICAL DIVERSITY.....	51
Caractérisation de la diversité biologique / Characterization of the biological diversity ..51	
Invertébrés benthiques dans l'estuaire et le golfe / Benthic invertebrates in the Estuary and Gulf	51
Benthos dans la baie Sainte-Marguerite / Benthos in Sainte-Marguerite Bay.....	53

Modification de la biodiversité benthique profonde et distribution de l'épifaune de surface du Saint-Laurent / <i>Changes to the deep benthic biodiversity and surface epifauna distribution in the St. Lawrence</i>	55
Communautés de poissons dans la ZPM / <i>Fish communities in the MPA</i>	57
Cartographie de l'habitat benthique dans la ZPM / <i>Benthic habitat mapping in the MPA</i> 60	
Faune et flore dans l'intertidal et l'infralittoral de la ZPM / <i>Fauna and flora in the MPA intertidal and infralittoral</i>	62
Estuaires de rivières et marais salés près de la ZPM / <i>River estuaries and salt marshes near the MPA</i>	64
Mammifères marins dans la ZPM / <i>Marine mammals in the MPA</i>	65
Discussion sur les composantes clés des écosystèmes dans la ZPM / <i>Discussion on key components of the ecosystems in the MPA</i>	67
Pressions environnementales dans la ZPM / <i>Environmental pressures in the MPA</i>	70
Érosion des berges dans le secteur de la ZPM / <i>Bank erosion in the MPA region</i>	70
Barrages hydroélectriques / <i>Hydroelectric dams</i>	74
Outils potentiels pour le suivi de la ZPM / <i>Potential tools for the MPA monitoring</i>	76
Biomarqueurs / <i>Biomarkers</i>	76
Monitoring génétique / <i>Genetic monitoring</i>	78
Recommandations pour le suivi de la ZPM / <i>Recommendations for the MPA monitoring</i> 80	
Conclusions de l'atelier 3 / <i>Conclusions from workshop 3</i>	81
 REMERCIEMENTS / <i>ACKNOWLEDGEMENTS</i>	86
 RÉFÉRENCES / <i>REFERENCES</i>	87
 ANNEXES / <i>APPENDICES</i>	89
Annexe 1. Ordres du jour / <i>Appendix 1. Agendas</i>	89
Annexe 2. Listes des participants / <i>Appendix 2. Lists of participants</i>	92
Annexe 3. Bathymétrie et réflectivité du fond dans la ZPM Manicouagan / <i>Appendix 3. Bathymetry and reflectivity of the sea bottom in the Manicouagan MPA</i>	95
Annexe 4. Télédétection révélant la salinité de l'estuaire du Saint-Laurent / <i>Appendix 4. Remote sensing revealing the salinity of the St. Lawrence estuary</i>	97
Annexe 5. Débits des rivières aux Outardes, Betsiamites Manicouagan et Moisie / <i>Appendix 5. Flow rates of the Outardes, Betsiamites, Manicouagan and Moisie rivers</i>	98
Annexe 6. Qualité de l'eau des rivières aux Outardes, Manicouagan et Moisie (1979-1996) / <i>Appendix 6. Water quality of the Outardes, Manicouagan and Moisie rivers (1979-1996)</i>	99
Annexe 7. Estimation de l'apport d'eau douce par les rivières dans la ZPM Manicouagan / <i>Appendix 7. Estimation of fresh water contribution from rivers into the Manicouagan MPA</i>	102
Annexe 8. Distribution du crabe des neiges et du buccin dans l'estuaire du Saint-Laurent et dans la ZPM Manicouagan / <i>Appendix 8. Snow crab and whelk distributions in the estuary and the Manicouagan MPA</i>	103
Annexe 9. Assemblages benthiques et cartographie du fond marin de la ZPM Manicouagan / <i>Appendix 9. Benthic assemblages and sea floor mapping of the Manicouagan MPA</i>	104

SOMMAIRE

La zone de protection marine Manicouagan est en voie d'être créée en vertu de la *Loi sur les océans*. Dès la désignation de la ZPM, un suivi doit être effectué afin de vérifier l'atteinte des objectifs de conservation de la zone, qui visent à maintenir la productivité et la diversité biologique, ainsi qu'assurer une exploitation durable des ressources. La démarche pour développer un plan de suivi a commencé par l'élaboration d'un cadre de suivi écologique, exposant l'information écologique disponible sur la zone et identifiant les programmes de suivi existants et potentiels, ainsi que les connaissances à acquérir.

Pour compléter et améliorer le cadre de suivi, trois ateliers traitant respectivement 1) des ressources exploitées, 2) de la productivité et de l'océanographie et 3) de la diversité biologique dans le secteur de la ZPM ont eu lieu à l'Institut Maurice-Lamontagne à l'hiver 2006-07. La plupart des participants sont affiliés à la direction régionale des Sciences du MPO.

Atelier 1 : À partir de l'information disponible sur les principales ressources exploitées dans la ZPM, les spécialistes recommandent un suivi des populations de buccin et de mye. Plusieurs indicateurs ont été ciblés pour ces espèces. Le monitoring existant du crabe des neiges suffirait pour surveiller l'état de la population dans la ZPM.

Atelier 2 : Les connaissances sur l'océanographie biologique à l'échelle de l'estuaire du Saint-Laurent, présentées par les experts, ont servi à émettre des hypothèses quant à la dynamique des eaux dans la ZPM. Les apports d'eau douce des rivières, les vents et les remontées d'eau froide ont été identifiés comme des processus déterminants dans la zone. La grande batture, la baie sous-marine et le talus littoral seraient des secteurs importants pour la productivité. On estime que le phytoplancton (notamment les algues toxiques), les mollusques filtreurs près des estuaires, les herbiers de zostère, les marais salés et les poissons juvéniles contribuent considérablement à la productivité de la région.

Les experts recommandent de suivre les organismes produits dans le milieu, principalement les organismes sédentaires, constamment soumis aux conditions propres à la ZPM. Les pressions environnementales agissant sur les composantes clés ont été considérées, et un besoin de connaître et de suivre le niveau de contamination des sédiments a été identifié.

Atelier 3 : Les connaissances actuelles sur la diversité biologique de la ZPM ont été exposées. Les herbiers de zostères, les marais salés et les communautés dominées par des mollusques sont importants pour la diversité de la zone littorale. La diversité des poissons de fond semble élevée dans la ZPM. Pour l'ensemble de la ZPM, des assemblages d'épibenthos ont été cartographiés. Les connaissances en eau profonde demeurent limitées, mais les experts estiment que l'endobenthos et le suprabenthos y constituent des groupes importants. Le crabe des neiges, présent presque partout dans la ZPM, peut agir comme prédateur structurant dans les communautés benthiques. La géologie du secteur et les problèmes d'érosion des berges ont fait l'objet d'une présentation, tout comme l'utilisation possible des biomarqueurs et de la génétique lors des suivis.

Dans l'ensemble, un suivi écosystémique où l'on considère les composantes clés est accepté par les experts, mais la distribution et l'intensité des pressions environnementales doivent également être prises en compte dans l'approche globale. Pour d'éventuelles espèces indicatrices, les espèces peu mobiles et à développement direct sont à favoriser.

SUMMARY

The Manicouagan Marine Protected Area is about to be created under the *Oceans Act*. Following the designation of the MPA, monitoring must be undertaken to determine whether the area's conservation objectives are being met. The Manicouagan MPA objectives aim to maintain biological productivity and diversity and to ensure sustainable exploitation of the resources. The development of a monitoring plan was initiated by drafting an ecological monitoring framework, presenting the ecological information on the area and identifying the existing and potential monitoring programs, as well as the information that needs to be obtained.

In order to complete and improve the monitoring framework, three workshops that focussed on 1) exploited resources, 2) productivity and oceanography, and 3) biological diversity in the region including and immediately surrounding the MPA were held at the Maurice Lamontagne Institute in the winter of 2006-07. Most of the participants are affiliated with the DFO Regional Science Branch.

Workshop 1: Using the available information on the principal exploited biological resources in the MPA, the specialists proposed to monitor the whelk and softshell clam populations. Several indicators were recommended for these species. The current monitoring of snow crab should suffice to monitor its population status in the MPA.

Workshop 2: Knowledge on the biological oceanography for the entire St. Lawrence Estuary, as presented by the experts, was used to express hypotheses about the water dynamics in the MPA. Freshwater flows from rivers, wind and cold water upwellings were identified as determining processes in the area. The vast foreshore, the underwater bay and the coastal slope are likely to be significant productivity sectors. It was assessed that phytoplankton (especially toxic algae), filter-feeding shellfish near the estuaries, eelgrass beds, salt marshes and juvenile fish noticeably contribute to the region's productivity.

Experts recommend to monitor the organisms that are produced in the area, particularly sedentary organisms, constantly subjected to the MPA conditions. The environmental pressures affecting key components were considered and a need to know and monitor sediment contamination levels was identified.

Workshop 3: Available information on the biological diversity in the MPA was presented. Eelgrass beds, salt marshes and mollusc-dominated communities seem important for the diversity of the coastal area. The groundfish diversity appears to be high in the MPA. For the entire MPA, several epibenthos assemblages were mapped. Data from deeper waters are limited, but experts estimate that endobenthos and suprabenthos are important groups. Snow crab, occurring almost throughout the MPA, can act as a structuring predator in benthic communities. The sector's geology and bank erosion were the topic of a presentation, as well as the possible use of biomarkers and genetics in monitoring.

Overall, an ecosystemic monitoring focusing on the system's key components is accepted by the peers, but the distribution and intensity of the environmental pressures must also be taken into account in the overall approach. For future indicator species, species with direct development and of low mobility should be preferred.

INTRODUCTION

Les océans du Canada supportent un grand nombre d'activités, et le besoin de protéger ces espaces maritimes devient de plus en plus urgent. La *Loi sur les océans* fournit une stratégie de gestion des océans, qui permet entre autres la création d'un réseau d'aires marines protégées. Dans l'estuaire du Saint-Laurent, la zone de protection marine Manicouagan, choisie notamment en raison de sa forte productivité et sa diversité biologique élevée, est en voie d'être désignée.

À l'heure actuelle, on estime que la ZPM Manicouagan est relativement peu perturbée. Le statut de zone protégée permettra de préserver cet état de santé et, pour certains milieux et ressources, de l'améliorer. La mise en place de la ZPM entraînera des restrictions quant à la pratique d'activités qui ont un impact négatif sur les organismes marins ou leur habitat. Toutefois, certaines activités comme les pêches commerciales et récréatives seront maintenues. En complément, des mesures non réglementaires, telles que la sensibilisation des utilisateurs et de la communauté locale à l'importance de l'écosystème et aux impacts des activités humaines, visent à accroître la protection.

Une fois désignée, un suivi écologique doit être effectué pour vérifier l'atteinte des objectifs de conservation de la ZPM, qui sont de maintenir la productivité et la diversité biologique et d'assurer une exploitation durable des ressources. Ce suivi doit aussi permettre d'évaluer l'efficacité des mesures de gestion, incluant les mesures réglementaires.

La démarche pour créer un plan de suivi de la ZPM Manicouagan a commencé par l'élaboration d'un cadre de suivi écologique (Mark et al. 2006). Dans celui-ci sont exposées les connaissances sur les écosystèmes de la zone, les types de pression dues aux activités humaines, les programmes de suivi pertinents déjà en cours, ainsi que les activités de suivi possibles.

Afin de compléter et de bonifier le cadre de suivi, trois ateliers ont été tenus à l'Institut Maurice-Lamontagne à l'hiver 2006-2007. Les objectifs généraux de ces ateliers étaient de mieux connaître les écosystèmes de la ZPM,

INTRODUCTION

The oceans of Canada support a large number of activities, and the need to protect these maritime spaces is increasingly urgent. The *Oceans Act* provides an oceans management strategy, which, among other things, enables the creation of a network of marine protected areas. In the St. Lawrence Estuary, the Manicouagan Marine Protected Area, chosen notably for its strong productivity and high biological diversity, will be designated soon.

Currently, the Manicouagan MPA is considered a relatively undisturbed area. The status as a protected area will help preserve its health condition and, in certain environments and for certain resources, improve it. The implantation of the MPA will mean restricting the practice of activities that have a negative impact on marine organisms or their habitat. However, some activities such as commercial and recreational fisheries will be maintained. As a complement, non-regulative measures, such as awareness raising of the users and the local community about the importance of the ecosystem and the impacts of human activities, intend to improve protection.

Once designated, ecological monitoring must be carried out to assess whether the MPA conservation objectives are being met. These objectives are to maintain biological productivity and diversity and to ensure sustainable exploitation of the resources. Monitoring must also evaluate the effectiveness of management measures, including regulatory measures.

The preparation of a monitoring plan for the Manicouagan MPA began with a draft of an ecological monitoring framework (Mark et al. 2006). The draft presents the present knowledge of the ecosystems in the area, the types of pressure due to human activities, as well as current relevant monitoring programs and possible future monitoring activities.

In order to complete and improve the monitoring framework, three workshops were held at the Maurice Lamontagne Institute in the winter of 2006-2007. The overall workshop objectives aimed to improve the understanding of the

d'identifier les composantes importantes, les connaissances à acquérir et, lorsque possible, de proposer des éléments du futur plan de suivi. Le présent document comporte le compte rendu de ces trois ateliers.

ATELIER 1 : RESSOURCES EXPLOITÉES

Le 15 décembre 2006

Les objectifs visés par cet atelier étaient de (1) bonifier les informations sur les ressources exploitées, (2) sélectionner et prioriser les espèces et les indicateurs à utiliser pour vérifier si l'exploitation est durable dans la ZPM et (3) identifier et prioriser les connaissances à acquérir.

Deux spécialistes des populations d'invertébrés de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent ont participé à cet atelier. Les autres participants sont des biologistes possédant des expériences diverses, notamment sur les communautés benthiques de la ZPM Manicouagan. L'ordre du jour de l'atelier est présenté à l'annexe 1 et la liste des participants à l'annexe 2. Susanne Mark, la présidente de la réunion, a présenté les espèces candidates, une à la fois, afin d'introduire les discussions sur la pertinence d'un suivi de chacune de ces espèces.

Les deux espèces les plus pêchées dans le secteur de la ZPM sont la mye commune et le crabe des neiges. De plus, les pêches au buccin commun, au flétan du Groenland (turbot) et à la mactre de Stimpson sont non négligeables tandis qu'elles sont irrégulières pour le pétoncle d'Islande, la crevette nordique et la plie canadienne. La pêche au flétan du Groenland, espèce mobile, est gérée à l'échelle du nord du golfe du Saint-Laurent, donc à une échelle beaucoup plus grande que celle de la ZPM. Par conséquent, cette espèce est écartée comme indicateur. Il reste quatre espèces exploitées de façon régulière, qui sont ciblées pour un examen plus approfondi lors de cet atelier.

ecosystems of the MPA, to identify the important system components and the knowledge to be acquired and, when possible, to propose elements of the future monitoring plan. This document holds the proceedings of the three workshops.

WORKSHOP 1: EXPLOITED RESOURCES

December 15, 2006

The objectives for this workshop were to (1) improve information on the exploited resources, (2) select and prioritize the species and indicators to be used to assess whether exploitation is sustainable in the MPA and (3) identify and prioritize the knowledge to be acquired.

Two specialists on invertebrate populations in the Estuary and Gulf of St. Lawrence participated in the workshop. The other participants are biologists with various experiences, notably with benthic communities in the Manicouagan MPA. The workshop agenda is presented in Appendix 1 and the list of participants in Appendix 2. Susanne Mark, meeting chairperson, presented the candidate species, one at a time, to initiate discussions on the relevance of monitoring each of these species.

The two most caught species in the MPA region are the softshell clam and snow crab. In addition, the waved whelk, Greenland halibut (turbot) and Stimpson's surfclam fisheries are somewhat important, whereas the Icelandic scallop, Northern shrimp and American plaice fisheries are inconsistent. The fishery of Greenland halibut, which is a mobile species, is managed at the scale of the northern Gulf of St. Lawrence, thus at a much larger scale than the MPA. Consequently, this species was eliminated as an indicator. There are four regularly exploited species left which were selected for a more in depth examination during this workshop.

Buccin commun
(*Buccinum undatum*)

Biologie, pêche et gestion du buccin commun dans le secteur de la ZPM Manicouagan

La distribution générale du buccin se situe entre 0 et 30 m de profondeur. Dans la ZPM, on le retrouve également dans les herbiers de zostère, donc dans l'intertidal. Les adultes sont relativement sédentaires, avec une longévité d'environ 15 ans. La fécondation est interne et a lieu entre mai et juillet. Après quelques semaines, la femelle pond les œufs, qui sont alors collés au substrat. Les juvéniles émergent 5 à 8 mois plus tard ; il n'y a donc pas de stade planctonique.

La ZPM est comprise dans les zones de pêche 1 et 2 (Tadoussac à Pointe-aux-Outardes à Pointe-des-Monts). La taille à maturité sexuelle des mâles dans ces zones est de 65 mm et 63,8 mm, respectivement, et celle des femelles est de 66,2 mm et 68,8 mm, respectivement. Dans tous les cas, ces tailles sont inférieures aux moyennes pour l'ensemble des zones de pêche au Québec.

Des relevés de recherche sur cette espèce ont été effectués durant la période 2002-2005. Les échantillons récoltés dans le secteur de Pointe-aux-Outardes en 2005, à l'aide d'une drague à pétoncle, ont révélé un maximum de 0,13 individus par m² de *B. undatum*, et des amas d'œufs jusqu'à 0,1 par m² entre 5 et 20 m de profondeur. En comparant la distribution de taille de ces buccins avec celles des régions de Forestville et de Baie-Comeau, il semble qu'il y ait davantage de buccins de petite taille dans ce secteur de la ZPM. La densité moyenne était de 0,03 par m² pour toutes tailles confondues, et de 0,02 par m² pour des buccins au-delà de 70 mm.

La gestion de la pêche au buccin se fait via les permis de pêche, un total admissible des captures (TAC), une taille minimale de capture (70 mm) et une limite de la période de pêche (avril à octobre). Le nombre et le volume des casiers sont aussi limités. Aucune prise accessoire n'est permise et un journal de bord doit être rempli lors d'une sortie de pêche. De plus, un secteur peut être fermé si le taux de capture des petits buccins excède 10 %. Pour

Waved whelk
(*Buccinum undatum*)

Waved whelk biology, fishery and management in the Manicouagan MPA area

The whelk's general distribution is situated between 0 and 30 m deep. In the MPA, it is also found in eelgrass beds, *i.e.* in the intertidal. Adults are relatively sedentary with a lifespan of around 15 years. Fertilization is internal and takes place between May and July. After a couple of weeks, the female lays the eggs, which are fixed to the substrate. The juveniles emerge five to eight months later; thus, there is no planktonic stage.

The MPA is included in fishing areas 1 and 2 (Tadoussac to Pointe-aux-Outardes to Pointe-des-Monts). Size at sexual maturity for males in these areas is 65 mm and 63.8 mm, respectively, and for females, it is 66.2 mm and 68.8 mm, respectively. In all cases, these sizes are below the average of all the Quebec fishing areas.

Research surveys on this species were conducted during 2002-2005. The samples collected in the Pointe-aux-Outardes region in 2005, using a scallop dredge, revealed a maximum of 0.13 individuals per m² of *B. undatum*, and egg clusters up to 0.1 per m² between 5 and 20 m depth. When comparing the size distribution of these whelks with those from the Forestville and Baie-Comeau regions, it appears that small-sized whelks are more common in this part of the MPA. The mean density was 0.03 per m² for all sizes together, and 0.02 per m² for whelks larger than 70 mm.

Whelk fishery management is accomplished through fishing permits, total allowable catch (TAC), a minimum catch size (70 mm) and a fishing period limit (April to October). The number and volume of traps are also limited. By-catches are not allowed and a logbook must be filled out for every fishing trip. In addition, a fishing area can be closed if the catch level of small whelks exceeds 10%. For 2006-2007, the number of permits issued for areas 1 and 2 was

2006-2007, le nombre de permis émis pour les zones 1 et 2 est de 11 et 7, respectivement. Le total admissible des captures (TAC) est de 491 t pour la zone 1 et de 109 t pour la zone 2. Pour la ZPM en particulier, deux pêcheurs étaient actifs en 2005 et quatre en 2006.

Les débarquements révèlent une augmentation de capture de 1998 à 2000-2002, et une diminution par la suite. Les valeurs de prise par unité d'effort (kg poids vif/casier) ont aussi diminué entre 1999 et 2005 (de 12,6 à 7,7 pour la zone 1 et de 10,4 à 6,4 pour la zone 2) (MPO 2006a).

Le buccin est un bon candidat comme indicateur d'exploitation durable dans la ZPM pour plusieurs raisons. D'abord, la pêche au buccin y est relativement importante et le stock démontre des signes de surexploitation. Ensuite, le buccin étant sédentaire, une intervention à l'échelle de la ZPM pourrait avoir un impact significatif pour la population locale de buccin.

Discussion et commentaires

Biologie :

Plusieurs espèces de buccin existent dans l'estuaire, mais dans la ZPM on trouve surtout *B. undatum* (99,9 %). Le buccin est surtout actif la nuit, il s'enfouit partiellement dans le sédiment le jour. Il est détritivore mais mange aussi des coquillages.

Le relevé de recherche de 2005 a couvert la zone de 0 à 22 m de profondeur, bien que les bouées des pêcheurs aient nui à l'échantillonnage dans la zone de pêche. La drague à pétoncle utilisée, à maille de 22 mm, est efficace pour échantillonner des buccins de tailles variées. Par comparaison, l'évaluation d'abondance par relevés photographiques apparaît moins efficace, de l'avis des experts.

Le relevé de recherche a permis de constater la présence d'œufs dans toute la zone de 0 à 22 m (collés sur les algues ou les substrats fermes). Le buccin pond aussi dans les herbiers de zostère : des œufs y ont été trouvés lors des sorties de terrain en 2004-2005.

Acquisition de connaissances :

- Importance des herbiers de zostère pour le recrutement du buccin

11 and 7, respectively. The total allowable catch (TAC) was 491 t for area 1 and 109 t for area 2. In the MPA, two fishermen were active in 2005 and four in 2006.

Landings show a catch increase from 1998 to 2000-2002, and a decrease thereafter. Catch per unit effort values (kg live weight/trap) also dropped from 1999-2005 (from 12.6 to 7.7 for area 1 and from 10.4 to 6.4 for area 2) (DFO 2006a).

Whelk is a good candidate as a sustainable exploitation indicator in the MPA for several reasons. First, the whelk fishery is relatively significant and the stock is showing signs of over-exploitation. Second, because whelks are sedentary, an intervention at the MPA level could have a significant impact for the local whelk population.

Discussion and comments

Biology:

Several whelk species exist in the Estuary, but almost only *B. undatum* (99.9%) is found in the MPA. Whelks are mostly active at night, whereas during the day, they bury themselves partially in the sediment. They are detritivorous but also eat shellfish.

The 2005 research survey covered the 0-22 m depth area, although fishermen's buoys interfered with the sampling in the fishing area. The scallop dredge used, with a mesh size of 22 mm, was effective for sampling various sized whelks. In comparison, the abundance assessment using photographic surveys appears to be less effective, according to the experts.

The research survey made it possible to document the presence of eggs throughout the area at 0-22 m (stuck to algae or firm substrate). Whelks also lay eggs in eelgrass beds: eggs were found there during field trips in 2004-2005.

Information gathering:

- Significance of eelgrass beds for whelk recruitment

- Importance de la zone proche du zéro marégraphique pour le recrutement du buccin
- Degré de spécificité de la population de buccin commun dans la ZPM

Contaminants :

Selon une étude réalisée par Jocelyne Pellerin (ISMER), la glande digestive du buccin dans le fjord du Saguenay contient des contaminants. La glande n'est pas comestible mais elle est considérée comme un bon indicateur de la contamination.

Pêche :

La pêche au buccin s'effectue surtout à 6-7 m de profondeur. Les zones de pêche 1 et 2 sont parmi les plus exploitées au Québec. Cet endroit a déjà été meilleur pour la pêche qu'aujourd'hui : les débarquements et les prises par unité d'effort ont diminué. Une partie de cette diminution s'explique par le fait que plusieurs pêcheurs ont pêché le turbot au lieu du buccin en 2006.

Les buccins se concentrent souvent proche du zéro bathymétrique. La cueillette manuelle à pied effectuée près du zéro est parfois pratiquée à Pointe-aux-Outardes. Pour l'instant ce type de cueillette n'est pas permis. Toutefois, le comité côtier Escoumins-Betsiamites est intéressé à développer la cueillette manuelle à pied. Avant une éventuelle autorisation de cette cueillette, l'importance de la zone proche du zéro pour la reproduction du buccin doit être mieux connue.

Gestion :

S'il était appliqué intégralement, le plan de gestion de pêche actuel serait efficace pour la conservation du buccin. Cependant, la surveillance et le contrôle des mesures de gestion sont présentement inadéquats, en raison des ressources humaines limitées.

Afin d'améliorer la gestion du buccin, il faut impliquer les pêcheurs dans le processus de décision et les sensibiliser aux bénéfices à long terme d'une exploitation durable de la ressource.

Les débarquements permettent de suivre l'évolution de la pêche annuellement. L'évaluation de ce stock se fait aux trois ans, en alternance avec d'autres invertébrés.

- Significance of the area close to the tidal datum for the whelk recruitment
- Degree of specificity of the waved whelk population in the MPA

Contaminants:

Based on a study conducted by Jocelyne Pellerin (ISMER), the digestive gland of the whelk in the Saguenay Fjord contains contaminants. The gland is not edible but is considered a good contamination indicator.

Fishery:

The whelk fishery is mostly conducted at 6-7 m deep. Fishing areas 1 and 2 are among the most exploited in Quebec. This fishing area used to be a better than it is today: landings and catch per unit effort have dropped. Part of this decrease can be explained by the fact that several fishermen fished for turbot instead of whelk in 2006.

Whelks are often concentrated around the bathymetric zero. Manual harvesting on foot conducted near the zero is occasionally done at Pointe-aux-Outardes. This type of harvesting is currently prohibited. However, the Escoumins-Betsiamites coastal committee is interested in developing the manual harvesting on foot. Before a potential authorization of this harvesting, the significance of the near-zero area for whelk reproduction needs to be understood.

Management:

If applied fully, the fishery management plan would be effective in ensuring whelk conservation. However, the monitoring and control of management measures are currently inadequate, due to limited human resources.

In order to improve whelk management, fishermen should be part of the decision making process and be informed as to the long term benefits of a sustainable exploitation of the resource.

Landings allow annual monitoring of the development of the fishery. The assessment of this stock is done every three years, alternating with other invertebrates. Nevertheless,

Néanmoins, les biologistes ont suggéré d'effectuer un relevé de recherche du buccin aux deux ans afin de suivre l'état de la population.

Indicateurs :

Le succès de pêche comme indicateur de l'état de la population du buccin est imprécis et non-représentatif de l'état de la population. C'est pourquoi des indicateurs provenant de relevés scientifiques seront nécessaires.

Les indicateurs suggérés sont les suivants : densité, distribution de taille (structure de taille), taille à la maturité et recrutement. La densité ou la biomasse comme seul indicateur pourrait ne pas être suffisant. La distribution de taille des captures obtenues lors de relevés de recherche est un indicateur pour la structure démographique de la population et révèle, lorsque suivi dans le temps, des changements démographiques.

La taille à la maturité sexuelle est également un indicateur intéressant, car un changement de ce paramètre aura un impact sur le recrutement. Cependant, le changement climatique pourrait mener à une diminution de la taille à la maturité, et éventuellement à un changement de la structure de taille de la population.

Le taux de recrutement est un indicateur intégrateur de surexploitation. La qualité et la survie des œufs donnent notamment une idée du succès du recrutement. Un indicateur recommandé par les experts est le nombre d'œufs viables sur le nombre total d'œufs examinés (étude expérimentale à faire sur des œufs prélevés dans la ZPM). Pour être efficace, cet indice doit être rapporté à un indice d'abondance des buccins adultes.

Suivi du buccin commun :

Le buccin a été choisi comme le meilleur candidat pour le volet du suivi de la ZPM visant à vérifier l'exploitation durable dans la zone. Les experts ont recommandé un programme de monitoring scientifique du buccin, car le suivi via la pêche donne seulement un portrait partiel de l'état de la population.

De façon générale, les experts soutiennent que le suivi de la ZPM devrait également inclure des espèces non exploitées (selon une approche écosystémique).

biologists have suggested that a scientific whelk survey be conducted every two years to monitor the population status.

Indicators:

Fishing success as an indicator of the status of the whelk population is inaccurate and does not reflect the population's status. For this reason, indicators from scientific surveys are necessary.

The suggested indicators are the following: density, size distribution (size structure), size at maturity and recruitment. Density or biomass as the only indicator could be insufficient. The size distribution in the research survey catches is an indicator of the population's demographic structure and reveals, when followed over time, demographic changes.

The size at sexual maturity is also an interesting indicator, because a change to this parameter would influence recruitment. However, climate change will likely lead to a decrease in size at sexual maturity, and eventually a change in the population size structure.

The recruitment rate is an integrating indicator of over-exploitation. Egg quality and egg survival provide an indication of recruitment success. As an indicator, the experts recommend the number of viable eggs on the total number of eggs examined (experimental study to be performed on eggs collected in the MPA). To be effective, this index must be related to an adult whelk abundance index.

Monitoring of waved whelk:

The waved whelk is chosen as the best candidate for the MPA monitoring component verifying sustainable exploitation in the area. The experts recommended a scientific monitoring program for the whelk, because monitoring via the fishery only provides a partial portrait of the population's status.

Overall, the experts insist that the MPA monitoring program should also include non-exploited species (according to an ecosystem approach).

Mactre de Stimpson (*Mactromeris polynyma*)

Biologie, pêche et gestion de la mactre de Stimpson dans le secteur de la ZPM Manicouagan

Au Québec, la mactre de Stimpson se trouve généralement entre 0 et 60 m de profondeur. Elle est endobenthique et sédentaire et sa longévité excède 40 ans. La fécondation est externe et le frai a lieu de la fin juin à la mi-juillet, suivi d'une phase larvaire pélagique qui dure quelques semaines. Certaines femelles peuvent participer à la reproduction dès 50 mm de longueur (Lambert et Goudreau 1997).

Parmi les densités des mactres de Stimpson documentées lors de la pêche exploratoire en 1993 entre Port-Cartier et Betsiamites, celles de Baie-Comeau et de Baie St-Ludger étaient les plus fortes (Lambert 1994) (> 3 par m^2). Leur taille variait entre 60 et 140 mm, avec une moyenne de 100 mm (Lambert 1994).

La densité des mactres de Stimpson récoltées lors de la pêche exploratoire en 1994 entre Tadoussac et Betsiamites était de 0,5 par m^2 en moyenne, variant entre 0 et 11 mactres par m^2 . Cependant, à Betsiamites les densités ne semblaient pas dépasser 1 mactre par m^2 et les prises par unité d'effort était relativement modestes (≤ 55 kg/h-m) (Leclerc et Brulotte 1995). La taille des mactres de Stimpson variait entre 51 et 137 mm avec une moyenne de 97 mm (Leclerc et Brulotte 1995).

La pêche à la mactre de Stimpson est gérée à l'aide de zones de pêche, de permis de pêche (1 émis en 2006-07 dans la ZPM), de TAC (69 t) et de périodes de pêche (avril à mai et juillet à octobre). Il n'y a pas de taille minimale de capture dans l'estuaire, mais la drague est adaptée pour capturer les mactres de 80 mm et plus. La largeur des dragues est réglementée, et la tenue d'un journal de bord est obligatoire.

La ZPM se trouve dans la zone de pêche 1B. Les débarquements à Baie-Comeau de 1998 à 2005 variaient entre 15 et 63 t. Les prises par unité d'effort pour la zone de pêche 1B (kg poids vif/h-m) ont diminué en 2002-2004, suivi par un rétablissement. Les captures provenant de la ZPM sont peu imposantes.

Stimpson's surfclam (*Mactromeris polynyma*)

Biology, fishery and management of Stimpson's surfclam in the Manicouagan MPA area

In Quebec, the Stimpson's surfclam is generally found at depths ranging between 0-60 m. It is endobenthic and sedentary and its lifespan exceeds 40 years. Fertilization is external and spawning occurs from late June to mid-July, followed by a pelagic larval stage lasting a few weeks. Some females can reproduce at 50 mm in length (Lambert and Goudreau 1997).

Among the Stimpson's surfclam densities recorded during the 1993 exploratory fishery between Port-Cartier and Betsiamites, the Baie-Comeau and St. Ludger Bay densities were the highest (Lambert 1994) (> 3 per m^2). Their size ranged between 60 and 140 mm, with an average of 100 mm (Lambert 1994).

The Stimpson's surfclam density recorded during the 1994 exploratory fishery between Tadoussac and Betsiamites was 0.5 per m^2 on average, ranging between 0 and 11 surfclams per m^2 . However, densities at Betsiamites did not seem to exceed 1 surfclam per m^2 and the catch per unit effort was moderate (≤ 55 kg/h-m) (Leclerc and Brulotte 1995). The size of Stimpson's surfclams ranged between 51 and 137 mm with an average of 97 mm (Leclerc and Brulotte 1995).

The Stimpson's surfclam fishery is managed using fishing areas, fishing permits (1 issued in 2006-2007 in the MPA), TAC (69 t) and fishing periods (April to May and July to October). There is no minimum catch size in the Estuary, but the dredge is adapted to catch surfclams of 80+ mm. Dredge width is regulated, and it is mandatory to maintain a logbook.

The MPA is located in fishing area 1B. Landings at Baie-Comeau from 1998 to 2005 varied between 15 and 63 t. The catch per unit effort for fishing area 1B (kg liveweight/h-m) dropped in 2002-2004, and then recovered. Catches from the MPA are not substantial.

La pêche à la mactre dans la ZPM est relativement peu intense, et il ne semble pas y avoir de signes de surexploitation. La gestion de la ZPM pourrait influencer la pêche à la mactre à l'intérieur de la ZPM, mais la pertinence d'une gestion à l'échelle de la ZPM est incertaine, étant donné la dispersion étendue des œufs et des larves lors des phases pélagiques.

Discussion et commentaires

Biologie :

Sur les côtes du Québec, la concentration maximale de la mactre de Stimpson est autour de 10 m de profondeur. La mactre est distribuée en gisements et vit enfouie dans les premiers 30 cm du sédiment.

Le stade pélagique (larves) du cycle de vie de la mactre empêche l'établissement d'une population spécifique pour la ZPM. Toutefois, une meilleure connaissance de la circulation de l'eau et des zones de rétention dans la ZPM permettrait d'évaluer le potentiel de rétention des larves dans le secteur.

Sur les gisements, les grosses et les petites mactres se trouvent parfois séparées dans l'espace, indiquant un recrutement irrégulier. De plus, les mactres grandissent plus vite à faible profondeur. La structure de taille dépend ainsi de la profondeur, un fait à considérer lorsque différentes distributions de taille de la mactre sont comparées.

Les différentes espèces de mollusques semblent être distribuées selon la profondeur dans ce secteur. Les myes sont abondantes dans l'intertidal (jusqu'à 0,5 m), tandis que les clovisses, les buccins et les mactres semblent trouver leurs densités maximales à des profondeurs successives de 3, 6 et 10 m. Une étude visant à relier le positionnement des mollusques aux paramètres physiques, tels que la profondeur, la salinité et la température, serait intéressante. Un relevé multispécifique permettrait d'établir un portrait de la ZPM en examinant la composition de la communauté benthique, les densités et les distributions de taille (les structures démographiques).

Des données existantes sur des espèces non-commerciales, capturées lors d'anciens relevés

The surfclam fishery in the MPA is of low intensity and there is no apparent sign of over-exploitation. The MPA management has the potential to influence the surfclam fishery within the MPA, but the relevance of managing at the scale of the MPA is unsure, given the wide dispersal of eggs and larvae during the pelagic stages.

Discussion and comments

Biology:

Along Quebec's shores, maximum concentration of the Stimpson's surfclam is around 10 m depth. The surfclams gather in aggregations called "beds" and lives buried in the first 30 cm of the sediment.

The pelagic stage (larvae) of the surfclam's life cycle prevents a specific population from establishing in the MPA. However, better knowledge of the water circulation and retention areas in the MPA would help assess the larvae retention potential in the region.

On the beds, large and small surfclams are sometimes spatially separated, which indicates irregular recruitment. In addition, surfclams grow at a faster rate in shallow water. The size structure therefore depends on depth; a fact to consider when comparing various surfclam size distributions.

The various mollusc species appear to be distributed according to depth in this region. Softshell clams are abundant in the intertidal (up to 0.5 m), whereas wedgeclams, whelks and surfclams seem to reach their maximum densities at consecutive depths of 3, 6 and 10 m. A study aiming at linking mollusc positioning to physical parameters, such as depth, salinity and temperature would be interesting. A multispecies survey would provide a portrait of the MPA by examining the benthic community composition, the densities and the size distributions (demographic structures).

Existing data are available on non-commercial species caught during old research surveys on

de recherche pour la mactre de Stimpson, la crevette nordique, et le pétoncle d'Islande, sont disponibles. Celles-ci pourraient être analysées dans le but de caractériser la communauté benthique en place.

Pêche et gestion :

Seulement un pêcheur de mactre de Stimpson est actif dans la ZPM. Ainsi, l'espèce est peu pêchée dans la ZPM, comparativement à la Moyenne et la Basse Côte-Nord et les Îles-de-la-Madeleine, où cette pêche est plus intensive. Par conséquent, un relevé de recherche effectué pour des raisons de gestion de pêche est plus justifié dans ces zones que dans la ZPM. Pour le moment, les mesures de gestion existantes semblent suffire pour prévenir la surexploitation de cette espèce.

Impact de l'engin de pêche : L'effet de la drague hydraulique sur les fonds marins varie selon l'endroit dragué. Entre autres, un dragage peut laisser des mollusques brisés, selon la profondeur atteinte par la lame de la drague. Sur un fond sablonneux, les effets à court terme sont limités, car le sable mis en suspension sédimente rapidement. Les effets à moyen terme demeurent inconnus (voir MPO 2006b). Néanmoins, la fréquence de passage est peu élevée dans la ZPM et la superficie draguée annuellement est faible.

Indicateurs :

Les captures et les rendements de la pêche constituent des indicateurs peu fiables pour cette espèce à distribution contagieuse : le pêcheur se déplace à mesure que la densité baisse et la moyenne des captures ne chute que lorsque tous les gisements ont été épuisés. Le recrutement se fait par épisodes sporadiques, aussi il est difficile de l'utiliser comme indicateur de santé d'une population.

La densité des mactres sur les gisements et la distribution de taille des captures des relevés scientifiques sont des indicateurs intéressants.

Suivi de la mactre de Stimpson :

Un suivi de la mactre serait considéré uniquement dans le cadre d'un suivi multispécifique permettant de surveiller la communauté benthique de la ZPM. À cet effet, les experts ont recommandé un échantillonnage systématique à intervalle régulier.

Stimpson's surfclam, northern shrimp and Iceland scallop. These data could be analysed in order to characterize the local benthic community.

Fishery and management:

Only one Stimpson's surfclam harvester is active in the MPA. Thus, the species is rather lightly exploited in the MPA compared with the Middle or Lower North Shore and the Magdalen Islands, where the fishery is more intense. Consequently, a research survey conducted for fishery management purposes is more justified in these areas than in the MPA. For the time being, the existing management measures seem to be sufficient for preventing over-exploitation of this species.

Fishing gear impacts: The impact of the hydraulic dredge on the seabed varies depending on the area dredged. Among other things, dredging can break molluscs, depending on the depth reached by the dredge blade. On a sandy bottom, short-term effects are limited because the suspended sand sediments rapidly. Medium term effects are still unknown (see DFO 2006b). Nevertheless, dredging is not very frequent in the MPA and the area dredged annually is small.

Indicators:

Catches and fishery performance represent unreliable indicators for this patchily distributed species: fishermen move along when density drops and catch averages only decrease when all the beds have been depleted. Recruitment is sporadic and thus difficult to use as an indicator of a population's health status.

Surfclam density on beds and size distribution of catches from scientific surveys are interesting indicators.

Monitoring of Stimpson's surfclam:

A monitoring of surfclams will be considered only within the framework of a multispecies monitoring in order to follow the MPA benthic community. For this, experts recommended systematic sampling at regular intervals.

**Mye commune
(*Mya arenaria*)**

Biologie, pêche et gestion de la mye commune dans le secteur de la ZPM Manicouagan

La mye s'étend de l'intertidal à l'infralittoral supérieur, soit jusqu'à 0,5 m de profondeur. Elle est endobenthique et sédentaire. Sa longévité est au moins de 15 à 20 ans. La fécondation est externe et le frai a lieu à la fin juin. Sur le gisement de Pointe-aux-Outardes, la mye met huit ans pour atteindre 51 mm et treize ans pour atteindre 70 mm.

Un important échantillonnage pour l'évaluation de stock de la mye commune a été réalisé à Pointe-aux-Outardes (2003-2004) et à Betsiamites (2005). Le rendement sur le gisement de Pointe du Bout (Pointe-aux-Outardes) était de 1,76 kg/m². La taille moyenne des myes de Pointe du Bout, secteur ouvert à la cueillette en 2003, est de 80 mm, et de 72 mm à Grosse Pointe plus à l'est, secteur traditionnellement exploité (Giguère et al. 2004). D'autres stations ont été visitées (2006) pour évaluer la distribution infralittorale.

La gestion de la pêche à la mye se fait par zones de pêche ; des permis de pêche sont octroyés et une taille minimale de capture de 51 mm est exigée. La ZPM se trouve dans la zone 1b (Pointe à Michel à Pointe-des-Monts). Un nombre maximal de 300 permis de pêche commerciale peut être émis dans la zone 1 (La Malbaie à Pointe-des-Monts), où 283 permis ont été émis en 2005. La pratique de la pêche récréative ne requiert pas de permis mais chaque pêcheur est soumis à une limite quotidienne de 300 myes. Dans la zone 1b, la récolte peut se faire avec des outils manuels uniquement (broque et pelle). La saison de pêche s'étend du 12 mars au 25 décembre, sauf en cas de fermeture en vertu du Programme canadien de contrôle de la salubrité des mollusques (PCCSM).

Depuis 2002, les débarquements de myes sont enregistrés par banc. Ces données démontrent une augmentation de 2002 à 2003 à Pointe-aux-Outardes et de 2002 à 2004 à Betsiamites, suivie d'une diminution importante jusqu'en 2006 aux deux sites. La taille moyenne des échantillons commerciaux entre avril et octobre

**Softshell clam
(*Mya arenaria*)**

Biology, fishery and management of the softshell clam in the Manicouagan MPA area

Softshell clams extend from the intertidal to the upper infralittoral, up to 0.5 m deep. They are endobenthic and sedentary. Their lifespan is at least 15-20 years. Fertilization is external and spawning occurs at the end of June. On the Pointe-aux-Outardes bed, it takes eight years for clams to reach 51 mm and thirteen years to reach 70 mm.

A significant sampling for assessing the softshell clam stock was conducted at Pointe-aux-Outardes (2003-2004) and Betsiamites (2005). The performance of the Pointe du Bout (Pointe-aux-Outardes) bed was 1.76 kg/m². The mean size of clams at Pointe du Bout, an area opened to harvesting in 2003, was 80 mm, and 72 mm at Grosse Pointe further east, area that traditionally has been exploited (Giguère et al. 2004). Other stations were visited (2006) to evaluate infralittoral distribution.

Clam fishery management is carried out using fishing areas; fishing permits are issued and a minimum catch size of 51 mm is required. The MPA is located in area 1b (Pointe à Michel to Pointe-des-Monts). A maximum of 300 commercial fishing permits can be issued in area 1 (La Malbaie to Pointe-des-Monts), where 283 permits were issued in 2005. Recreational fishing does not require a permit but each fisherman is submitted to a daily limit of 300 clams. In area 1b, harvesting can only be done manually (clam digging fork and shovel). The harvesting season extends from March 12 to December 25, except for closures in accordance with the Canadian Shellfish Sanitation Program (CSSP).

Since 2002, clam landings are being registered per bed. These data have shown an increase from 2002 to 2003 at Pointe-aux-Outardes and from 2002 to 2004 at Betsiamites, followed by a significant drop until 2006 at both sites. The mean size of commercial samples between April and October 2002 varied from 68 to 75 mm at

2002 variait de 68 à 75 mm à Pointe-aux-Outardes et de 57 à 70 mm à Betsimites (Giguère et al. 2004).

L'exploitation de la mye est importante dans la ZPM, et la chute des débarquements pourrait indiquer une diminution de la ressource. La ZPM pourrait influencer sur la gestion de la pêche. La pertinence d'une gestion de cette espèce à fécondation externe à l'échelle de la ZPM reste toutefois à évaluer.

Discussion et commentaires

Biologie :

Selon la littérature, la distribution de la mye s'étendrait jusqu'à 20 m de profondeur. Cependant, les données de 2006 ont révélé l'absence de myes au-delà de 0,5 m de profondeur dans la ZPM. Les plus grosses myes au Québec se trouvent à Pointe-aux-Outardes.

L'échantillonnage des myes effectué en 2006 au moyen d'une drague hydraulique est semi-quantitatif, car la distance parcourue par l'engin est difficile à évaluer précisément. Une charrue spécifiquement adaptée pour la capture de la mye pourrait constituer un engin plus efficace.

Acquisition de connaissances :

Pour la gestion du stock, il serait important de connaître l'emplacement des myes responsables du recrutement dans la ZPM. Jean-Marie Sévigny (DSHA) réalise une étude génétique sur une série d'échantillons, dont certains sont recueillis dans le secteur de la ZPM. Quatre marqueurs génétiques ont été trouvés et un suivi pourrait se faire avec cet outil.

Pêche :

La signification des données des débarquements par banc par année est difficile à dégager. Plusieurs hypothèses peuvent expliquer la baisse observée entre 2002 et 2006. En 2002, le prix élevé pour la mye a incité un effort de pêche plus grand. Les prix ont chuté depuis, et l'acheteur habituel n'a pas acheté de myes en 2006.

Gestion :

2007 est une année charnière. Les communautés locales sont maintenant intéressées à participer à la gestion de la

Pointe-aux-Outardes and from 57 to 70 mm at Betsiamites (Giguère et al. 2004).

Clam exploitation is important in the MPA and the reduced landings could mean a declining resource. The MPA could influence fishery management. The relevance of managing for this species of external fertilization on the scale of the MPA remains an open question.

Discussion and comments

Biology:

Based on the literature, clam distribution can extend until 20 m deep. However, the 2006 data revealed the absence of clams in the MPA at depths beyond 0.5 m. The largest clams in Quebec are found at Pointe-aux-Outardes.

The sampling of softshell clams carried out in 2006 with the hydraulic dredge is semi-quantitative, since the distance travelled by this gear is difficult to assess accurately. A plough specifically adapted for clam harvesting could prove to be a more effective gear.

Knowledge acquisition:

For stock management purposes, it would be important to know the location of clams that are responsible for recruitment in the MPA. Jean-Marie Sévigny (FAD) is conducting a genetic study on a series of samples, some of which were collected in the MPA region. Four genetic markers have been found and monitoring could be conducted with this tool.

Fishery:

The significance of the landing data per bed per year is difficult to assess. Several hypotheses can explain the drop between 2002 and 2006. In 2002, the high market price for clams caused an increase in fishing effort. Prices have dropped since and the usual buyer did not purchase any clams in 2006.

Management:

2007 is a pivot year. Local communities are now interested in participating in fishery management. The current management plan

pêche. Le plan de gestion actuel a eu un bon effet.

Le comité côtier Escoumins-Betsiamites élabore une proposition pour un plan de gestion de la mye. Le plan impliquerait tous les intervenants de la zone de gestion intégrée sur la Haute-Côte-Nord (cueilleurs, industrie, transformateurs, MRC, différents comités (ex. ZIP)). Il serait intéressant de couvrir tout le secteur Escoumins à Pointe-des-Monts avec un tel plan de gestion.

Selon les participants au présent atelier, la communauté locale du secteur de la ZPM pourrait prendre en main la gestion de la mye. Elle pourrait se charger du suivi des populations, d'une certaine surveillance et de la gestion pratique de la pêche. Le comité ZIP de la rive nord de l'estuaire est intéressé à coordonner ce genre d'action, mais il manque de financement. Une exploitation rotative des bancs serait une mesure intéressante, parmi d'autres. Cette perspective constitue une opportunité pour la ZPM de contribuer à une nouvelle approche de gestion participative, via son comité de travail. Il ne faut cependant pas tarder à agir.

Le parc marin Saguenay-Saint-Laurent est aussi intéressé à effectuer un suivi de la mye. Des projets pilotes (2002-2008) sur 5 bancs, dont 4 non-exploités, sont en cours.

Indicateurs :

Les experts suggèrent comme indicateurs : la croissance de la mye, la densité sur le gisement, la structure de taille de la population et le recrutement. Ce dernier paramètre pourrait consister à mesurer le taux du captage de naissains annuel. Toutefois, on ignore si les larves de Pointe-aux-Outardes sont retenues dans le secteur ou dispersées ailleurs dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent.

Suivi de la mye commune :

Un plan de suivi de la mye est à développer pour la ZPM, avec un important volet communautaire.

Par ailleurs, il n'existe pour l'instant aucun monitoring de la faune benthique dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent – un manque également souligné lors de l'atelier sur les zones d'importance écologique et biologique

has had a good impact.

The Escoumins-Betsiamites coastal committee is preparing a proposal for a clam management plan. The plan would involve all stakeholders in the integrated management area on the Upper North Shore (harvesters, industry, processors, MRC, various committees (e.g. ZIP)). It would be interesting to cover the entire region from Escoumins to Pointe-des-Monts with such a management plan.

According to the participants of the present workshop, the local community in the MPA region could be in charge of clam management. It could monitor populations, do the practical management and some supervision of the fishery. The Rive Nord de l'Estuaire ZIP Committee is interested in coordinating this type of work, but funds are lacking. A rotational exploitation of beds would be an interesting measure, among others. This perspective represents an opportunity for the MPA to contribute to a new participatory management approach, through its work committee. However, work should begin soon.

The Saguenay-St. Lawrence Marine Park is also interested in monitoring clams. Pilot projects (2002-2008) on 5 beds, 4 of which are unexploited, are currently developed.

Indicators:

Experts suggest the following as indicators: clam growth, density on the bed, population size structure and recruitment. The latter parameter could consist of monitoring the annual spat collection rate. However, it is unknown whether the Pointe-aux-Outardes larvae stay in the sector or are dispersed elsewhere in the Estuary and Gulf of St. Lawrence.

Monitoring of softshell clams:

A monitoring plan for clams needs to be developed for the MPA, with a significant community component.

Furthermore, there is currently no monitoring of benthic fauna in the Estuary and Gulf of St. Lawrence – a weakness that was also noted during the workshop on Ecologically and Biologically Significant Areas (EBSAs) from the

(ZIEB) de l'initiative de Gestion intégrée du golfe du Saint-Laurent, qui a eu lieu à l'automne 2006.

Gulf of St. Lawrence Integrated Management (GOSLIM) initiative, which was held in fall 2006.

Crabe des neiges (*Chionoecetes opilio*)

Biologie, pêche et gestion du crabe des neiges dans le secteur de la ZPM Manicouagan

Le crabe est épibenthique et mobile, et sa longévité peut atteindre plus de 16 ans. La distribution générale des mâles adultes s'étend de 70 à 140 m de profondeur, tandis que celle des femelles est moins profonde. Cependant, ces catégories de crabes peuvent se retrouver en eau moins profonde lors de la mue ou de la reproduction. La taille légale pour la pêche du crabe des neiges est atteinte vers 9 ans, mais il peut se reproduire avant. La reproduction est sexuée et la fécondation est interne. L'ampleur de la dispersion et des déplacements du crabe des neiges est variable selon la phase de son cycle de vie. La dispersion atteindrait plusieurs centaines de kilomètres pendant la phase larvaire pélagique qui durerait de 3 à 5 mois. Pour les mâles de plus de 35 mm de largeur de carapace (LC), les déplacements seraient de l'ordre de 10 à 170 km sur 1 à 3 ans.

La ZPM se trouve dans la zone de pêche 17, correspondant à l'estuaire maritime. Des relevés de recherche effectués dans cette zone documentent des taux de captures totales croissant entre 1996 et 2005 (MPO 2006c). Un pic d'abondance de recrues a eu lieu entre 1999 et 2002.

Pour contrôler les captures, une gestion par TAC (total autorisé de captures) a été établie. De plus, le nombre de permis, la durée de la saison de pêche et une taille minimale permise à 95 mm LC sont utilisés dans la gestion. Finalement, dès que le pourcentage de crabe récemment mué (crabe blanc) atteint 20 % des captures, la zone de pêche est fermée. En 2006, la zone 17 regroupait 22 détenteurs de permis de pêche au crabe (3 appartenant aux Premières Nations) avec un TAC de 2 541 t.

La pêche est dirigée vers les mâles exclusivement, puisqu'eux seuls atteignent la taille légale de 95 mm LC. Les captures dans la ZPM se font à des profondeurs entre 100 et 150

Snow crab (*Chionoecetes opilio*)

Biology, fishery and management of snow crab in the Manicouagan MPA area

Crabs are epibenthic and mobile, and their lifespan can reach more than 16 years. Male distribution generally extends between 70 and 140 m deep, while female distribution is shallower. However, these crab categories can be found in shallower waters during moulting or reproduction. The legal fishing size for crab is reached at around age 9, but they may reproduce earlier. Reproduction is sexual and fertilization is internal. The range of snow crab dispersal and migration varies according to its life cycle. Dispersal can reach several hundred kilometres during the pelagic larval stage that lasts between 3 and 5 months. For males over 35 mm carapace width (CW), movements can extend from 10 to 170 km over a period of 1 to 3 years.

The MPA is located in fishing area 17, which corresponds to the maritime estuary. Research surveys conducted in this area reveal increasing total catch rates between 1996 and 2005 (DFO 2006c). A recruit abundance peak has occurred between 1999 and 2002.

To control catches, a TAC (Total Allowable Catch) management has been established. In addition, the number of permits, length of fishing season and a minimum legal size of 95 mm CW are used. Finally, as soon as the percentage of crab having recently moulted (white crab) reaches 20% of catches, the fishing area is closed. In 2006, area 17 grouped 22 crab fishing permit holders (3 belonging to the First Nations) with a TAC of 2,541 t.

The fishery is directed exclusively towards males since only they reach the legal size of 95 mm CW. Catches in the MPA are taken at depths between 100 and 150 m. Crab landings

m. Les débarquements de crabe et les TAC pour la zone 17 révèlent une croissance marquée entre 1983 et 2005. Les débarquements à Baie-Comeau ont augmenté entre 1998 et 2002, pour diminuer ensuite. Les données sur les captures provenant de la ZPM sont trop éparses pour être interprétées. La prise par unité d'effort pour la zone 17 est liée, en grande partie, au cycle naturel de la population, où des pics et des creux de recrutement se succèdent dans un intervalle de 8 à 12 ans.

La gestion de la ZPM pourrait en principe influencer la pêche au crabe à l'intérieur de ses limites, où d'ailleurs la pêche est importante. À l'échelle de l'estuaire, il ne semble cependant pas y avoir de signes de surexploitation. Compte tenu de l'existence d'un stade larvaire planctonique et de la mobilité du crabe, la pertinence d'une gestion à l'échelle de la ZPM est discutable.

Discussion et commentaires

Biologie :

Le crabe des neiges subit un cycle d'abondance naturel, avec de grandes fluctuations sur 8 à 12 ans. En 2006, l'abondance des adultes a commencé à diminuer, mais de fortes cohortes de crabes immatures ont été observées dans les zones adjacentes et seraient disponibles pour la pêche dans quelques années.

Il y a une forte polygamie chez le crabe. En conséquence, la pêche commerciale peut introduire un certain biais dans la sex-ratio vers les femelles sans trop nuire à la reproduction. Un projet de Bernard Sainte-Marie (DSHA) vise à déterminer si les femelles sont bien inséminées, ce qui indiquerait un taux suffisant de mâles dans la population. Des femelles de la ZPM pourraient être examinées dans le cadre de ce projet.

Il serait intéressant de mieux connaître la diète du crabe, la migration bathymétrique, et la structure démographique ainsi que les interactions entre le crabe et les autres espèces. Le crabe migre pour muer à faible profondeur. Ainsi, les composantes de la structure démographique sont reliées à la profondeur. Des échantillons pris à l'aide d'un chalut seraient appropriés pour de telles études.

and TAC for area 17 reveal a marked increase between 1983 and 2005. Landings at Baie-Comeau increased between 1998 and 2002, and then dropped. Data on catches from the MPA are too sketchy to be interpreted. Catch per unit effort in area 17 is linked, for the most part, to the population's natural cycle, in which recruitment peaks and lows follow one another over 8-12 year intervals.

MPA management could in principle influence the crab fishery within its limits, where crab fishing is important. At the scale of the Estuary, there does not seem to be any sign of over-exploitation. Given the existence of a planktonic larval stage and the mobility of crab, the relevance of management at the MPA scale is questionable.

Discussion and comments

Biology:

Snow crab follows a natural abundance cycle, with considerable fluctuations over 8-12 year periods. In 2006, adult abundance began to decrease, but strong cohorts of immature crabs have been observed in adjacent areas and will likely be available for fishery in a few years.

Crabs are very polygamous. Consequently, the commercial fishery can introduce a certain bias in the sex ratio towards females, without significant adverse effects on reproduction. A project directed by Bernard Sainte-Marie (FAD) focuses on whether females are properly inseminated, which would indicate a sufficient level of males in the population. Females from the MPA could be examined within the scope of this project.

It would be interesting to know better the crab diet, its bathymetric migration, demographic structure and the interactions between crab and other species. Crabs migrate into shallow water to moult. Therefore, the components of the demographic structure are linked to depth. Samples collected using a trawl would be appropriate for this type of study.

Contaminants et maladies :

L'importance du niveau des contaminants dans le crabe n'est pas connue. La maladie du crabe amer, fatale pour les crabes, et qui est causée par un parasite, est présente surtout à Terre-Neuve, mais elle est pour l'instant peu présente au Québec.

Pêche et gestion :

Pour obtenir les données de pêche pertinentes, il faudrait compiler les données de la zone 17 et les données spécifiques pour la ZPM.

Pour évaluer les tendances de l'état du stock des crabes, les moyennes doivent porter sur plusieurs années, afin de tenir compte du cycle naturel d'abondance.

Le crabe est pêché tout le long des rives sud et nord du Saint-Laurent. Dans la zone 17, la productivité est élevée (Sainte-Marie et al. 2005). Également dans cette zone, les pêcheurs collaborent bien et le suivi de la pêche est jugé adéquat.

Suivi du crabe des neiges :

Les experts estiment qu'un suivi du crabe à l'échelle de la ZPM n'est pas pertinent. On devrait plutôt entreprendre une approche écosystémique, ce qui exige un programme intégré de monitoring multispécifique.

Toutefois, la ZPM pourrait bénéficier du relevé de recherche bisannuel sur le crabe lorsque effectué dans la partie de l'estuaire incluant la ZPM. Les données touchant uniquement la ZPM pourraient être extraites. Ceci améliorerait le portrait de la ZPM et permettrait de faire un suivi du crabe de la ZPM à partir d'un monitoring existant.

Conclusions de l'atelier 1

Les membres de la table d'expertise pour les espèces exploitées ont conclu que les populations du buccin commun et de la mye commune devraient être suivies dans la ZPM (tableau 1). La priorité est accordée au buccin, en raison de son mode de vie sédentaire, la fécondation interne et l'absence de stade larvaire pélagique, tous des éléments limitant sa capacité de dispersion et le rendant plus vulnérable à la surexploitation.

Contaminants and diseases:

The magnitude of contaminant level in crabs is unknown. The bitter crab disease, fatal for crabs, and caused by a parasite, occurs mostly in Newfoundland, but it is for the time being almost absent from Quebec.

Fishery and management:

To obtain the relevant fishery data, we should gather the area 17 data and the MPA specific data.

To assess trends in crab stock status, averages must span over several years, in order to account for the natural abundance cycle.

Crabs are harvested all along the south and north shores of the St. Lawrence. In area 17, productivity is good (Sainte-Marie et al. 2005). Also in this area, harvesters cooperate and fishery monitoring is considered satisfactory.

Monitoring snow crab:

Experts estimate that crab monitoring at the scale of the MPA is not relevant. An ecosystemic approach should be undertaken instead, which requires an integrated multispecies monitoring program.

However, the MPA could benefit from the biennial crab research survey when conducted in the portion of the Estuary that includes the MPA. The data specifically concerning the MPA could be extracted. This would improve the portrait of the MPA and would allow MPA crab monitoring from existing data.

Conclusions from workshop 1

The members of the expertise table on exploited species concluded that the whelk population and the clam population should be monitored in the MPA (Table 1). Priority is given to the whelk because of its sedentary lifestyle, internal fertilization and the absence of a pelagic larval stage, all elements that limit its dispersal capacity and make it more vulnerable to over-exploitation.

La mactre de Stimpson fait partie du macrobenthos, qu'on devrait suivre dans son ensemble. En d'autres mots, un suivi multispécifique du benthos devrait se faire.

The Stimpson's surfclam is part of the macrobenthos, which should be monitored overall. In other words, a multispecies monitoring of the benthos should be conducted.

L'information sur l'état de la population du crabe des neiges dans la ZPM pourrait être obtenue à l'aide du monitoring existant.

Information on the snow crab population status in the MPA could be obtained through existing monitoring.

En ce qui concerne la recherche sur les ressources exploitées dans la ZPM, plusieurs besoins en termes d'acquisition de connaissances ont été identifiés (tableau 2).

As for research on exploited resources in the MPA, several needs in terms of knowledge acquisition were identified (Table 2).

Tableau 1. Suivis suggérés des ressources exploitées dans la ZPM Manicouagan / Table 1. Suggested monitoring of exploited resources in the Manicouagan MPA

Espèce / Species	Indicateurs recommandés	Recommended indicators
1. Buccin commun / <i>Waved whelk</i>	<ul style="list-style-type: none"> Recrutement (viabilité des œufs) Taille à maturité Structure de taille Indicateur d'abondance (d'adultes) 	<ul style="list-style-type: none"> Recruitment (egg viability) Size at maturity Size structure Abundance indicator (adults)
2. Mye commune / <i>Softshell clam</i>	<ul style="list-style-type: none"> Taux de croissance (anneaux) Densité de la population Structure de taille Recrutement (succès de captage annuel) 	<ul style="list-style-type: none"> Growth rate (rings) Population density Size structure Recruitment (annual spat collection success)

Tableau 2. Besoins en acquisition de connaissances sur les ressources exploitées dans la ZPM Manicouagan / Table 2. Needs in terms of knowledge acquisition on exploited resources in the Manicouagan MPA

Espèce / Species	Projet	Project
Buccin commun / <i>Waved whelk</i>	<ul style="list-style-type: none"> Recrutement du buccin dans les herbiers de zostères Recrutement du buccin en faible profondeur (près du zéro marégraphique) Spécificité de la population du buccin dans la ZPM 	<ul style="list-style-type: none"> Whelk recruitment in eelgrass beds Whelk recruitment in shallow waters (near the zero-tide) Specificity of the whelk population in the MPA
Mactre de Stimpson / <i>Stimpson's surfclam</i>	<ul style="list-style-type: none"> Présence de zones de rétention des larves Densité, taille, structure démographique, communauté benthique de la mactre (relevé multispécifique dans la ZPM) Effets de dragage à moyen terme sur un fond sableux 	<ul style="list-style-type: none"> Presence of larval retention areas Density, size, demographic structure, benthic community of the surfclam (multispecies survey in the MPA) Medium term effects of dredging on sandy bottom
Mye commune / <i>Softshell clam</i>	<ul style="list-style-type: none"> Localisation des myes responsables du recrutement dans la ZPM 	<ul style="list-style-type: none"> Localisation of clams responsible for recruitment in the MPA
Crabe des neiges / <i>Snow crab</i>	<ul style="list-style-type: none"> Nature et taux de contaminants Taux d'insémination des femelles de la ZPM Diète, migration bathymétrique, structure démographique Interactions entre crabe et autres espèces 	<ul style="list-style-type: none"> Contaminant nature and levels Insemination level of females in the MPA Diet, bathymetric migration, demographic structure Interactions between crab and other species

**ATELIER 2 :
PRODUCTIVITÉ ET OCÉANOGRAPHIE**
Le 24 janvier 2007

Les objectifs du deuxième atelier étaient de 1) caractériser la zone et comprendre sa dynamique océanographique, 2) identifier les composantes clés de l'écosystème en lien avec la productivité, 3) établir l'ordre de priorité des composantes clés en fonction des pressions environnementales et 4) identifier et prioriser les connaissances à acquérir. Des physiciens et biologistes océanographes composaient la présente table d'expertise. La liste des participants figure à l'annexe 2.

Une séance d'information a eu lieu au mois de novembre 2006, faisant connaître aux participants le contexte et l'historique de la ZPM et les étapes réalisées pour l'élaboration du cadre de suivi (Mark et al. 2006). Dans la première partie de l'atelier, les spécialistes ont présenté brièvement les connaissances actuelles sur les processus physiques et biologiques reliés à la production à l'échelle de l'estuaire du Saint-Laurent. En deuxième partie, les participants tentent d'extrapoler ces connaissances à l'échelle de la ZPM. Ce faisant, les participants suggèrent des composantes clés de la productivité dans la ZPM, en termes de processus, secteurs ou composantes biologiques. L'ordre du jour figure à l'annexe 1.

Processus bio-océanographiques

Bathymétrie et cartographie multifaisceaux
- présenté par Richard Sanfaçon (SHC)

La carte bathymétrique de la ZPM (voir l'annexe 3) obtenue par sondage multifaisceaux du Service hydrographique du Canada révèle les caractéristiques suivantes :

- La pente de la partie infralittorale est d'environ 0,5 %.
- La pente du premier talus est assez abrupte, soit 10 %.
- La pente du plateau est de 1,5 à 2 %.
- La pente de la marge, vers le chenal, est d'environ 5 %.

La bathymétrie montre de petits chenaux qui prolongent les embouchures de rivières, dont

**WORKSHOP 2:
PRODUCTIVITY AND OCEANOGRAPHY**
January 24, 2007

The objectives of the second workshop were to 1) characterize the area and understand the oceanographic dynamics, 2) identify the key components of the ecosystem in terms of productivity, 3) establish the priority order of key components in relation to environmental pressure and 4) identify and prioritize the knowledge to be acquired. Oceanographic physicists and biologists formed the expertise table. The list of participants appears in Appendix 2.

An information session was held in November 2006, informing the participants on the historical context of the MPA and the steps taken for developing the monitoring framework (Mark et al. 2006). In the first part of the workshop, the specialists briefly presented the current knowledge on the physical and biological processes related to production for the entire St. Lawrence Estuary. Secondly, participants tried to extrapolate this knowledge to the MPA level. In doing so, the participants suggested key productivity components in the MPA, in terms of processes, regions or biological components. The agenda appears in Appendix 1.

Bio-oceanographic processes

Bathymetry and multibeam mapping
- presented by Richard Sanfaçon (CHS)

The bathymetric map of the MPA (see Appendix 3) obtained by the Canadian Hydrographic Service from multibeam sounding reveals the following characteristics:

- The slope in the infralittoral part is around 0.5%.
- The slope of the first bank is relatively steep, 10%.
- The slope of the shelf is 1.5-2%
- The slope of the margin towards the channel is 5%.

Bathymetry shows small channels extending the river mouths, some of which are narrower and

certains sont plus étroits et profonds que d'autres. Ces canaux sous-marins pourraient constituer des habitats fauniques particuliers. Les deltas sous-marins de la rivière aux Outardes et en particulier celui de la rivière Betsiamites sont moins marqués que celui de la Manicouagan. De plus, le cône de sédimentation de la Betsiamites est moins imposant que les deux autres embouchures de rivière. Les sédiments sont possiblement davantage exposés aux courants.

En général, le zéro des cartes marines est établi par le niveau de basses mers inférieures. En deçà de ce niveau, le substrat n'est que très rarement émergé (5 % du temps au maximum). Dans le processus de réalisation d'une carte marine, on effectue une généralisation des contours bathymétriques en faveur de la protection des navigateurs, ce qui occasionne un déplacement vers le large de la ligne de zéro. D'après les données altimétriques récoltées sur le terrain par Lizon Provencher (DSOE), cela peut représenter jusqu'à 1 km de décalage sur l'estran très peu dénivélé de la péninsule de Manicouagan.

La réflectivité du fond est révélée par la rétrodiffusion des échos sonores, le « backscatter ». La mesure de la rétrodiffusion permet de tirer les informations suivantes sur la dureté du substrat (voir l'annexe 3) :

- Retour faible = fond mou (limon, vase)
- Retour fort = fond dur (roche, gravier, sable compacté)

Les caractéristiques du fond dans la ZPM sont mises en contexte en démontrant différents types de fond dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent. Certaines formations constituent un potentiel pour un suivi, notamment des champs de dunes, des éboulis, des *pockmarks* (événements de gaz) et des *mud volcanos* (événements de gaz dans la boue).

L'analyse détaillée des images multifaisceaux n'est pas complétée, mais les champs de dunes semblent absents de la ZPM. En amont de la ZPM, on a observé des éboulis à la marge du chenal, des *pockmarks* et des *mud volcanos*. Des dépressions pouvant être des événements de gaz sont observées dans la ZPM. (NDLR : selon une étude de Duchesne et al. (2003), il y a dans la ZPM des évidences d'instabilité des pentes, caractérisées par des

deeper than others. These underwater channels could represent particular faunal habitats. The submarine deltas of the Aux-Outardes River and particularly the Betsiamites River are less significant than the Manicouagan delta. In addition, the sediment cone of the Betsiamites is less impressive than those of the two other rivers. The sediments are possibly more exposed to currents.

Generally, the chart datum is established using the inferior low water line. Below this level, the substrate is only very rarely emerged (maximum 5% of the time). In the process of drawing a nautical chart, a generalization is made of the bathymetric contours in order to protect navigators, which displaces the zero line offshore. Based on the altimetric data collected in the field by Lizon Provencher (OESB), this could represent up to a 1 km shift on the Manicouagan peninsula foreshore, which has a very small vertical drop.

Reflectivity of the bottom is uncovered by the "backscatter" of acoustic echoes. Measuring backscatter provides the following information on the hardness of the substrate (see Appendix 3):

- Weak backscatter = soft bottom (silt, mud)
- Strong backscatter = hard bottom (rock, gravel, compacted sand)

The characteristics of the MPA seabed are put into context by showing various bottom types in the Estuary and Gulf of St. Lawrence. Some features represent a monitoring potential, in particular dune fields, scree (debris from a landslide), pockmarks and mud volcanos.

Detailed analysis of the multibeam images is not yet complete, but dune fields seem absent from the MPA. Upstream from the MPA, scree bordering on the channel have been observed, as well as pockmarks and mud volcanoes. Depressions that could be pockmarks have been observed in MPA (editors' note: based on a study by Duchesne et al. (2003), there is evidence of slope instability in the MPA, characterized by creep folds, channel incisions and slide scars).

éboulis, des incisions et des cicatrices d'avalanches).

Patrons sédimentaires

- *présenté par Lizon Provencher (DSOE – Sciences de l'habitat)*

Un échantillonnage systématique des sédiments, effectué dans la ZPM en 2006, démontre que la granulométrie varie en fonction de la profondeur mais aussi entre les secteurs est et ouest. Le sable domine en faible profondeur, étant de type fin à vaseux à l'ouest et de moyen à grossier à l'est. À l'ouest, on trouve également de l'argile compacte recouverte de sable grossier. Plus en profondeur, le sédiment devient graduellement plus fin, avec du sable fin vaseux entre 40 et 120 m de profondeur et du limon de 120 m jusqu'au chenal Laurentien. C'est le limon qui caractérise la baie sous-marine à l'ouest de la ZPM.

En comparant ces résultats avec les types de fond déterminés par une classification non-supervisée des données de réflectivité, on constate que, dans l'ensemble, les classes correspondent relativement bien. Pour être valide, la classification doit néanmoins être calibrée à l'aide d'échantillons de sédiment, par une classification supervisée.

Température, salinité, oxygène et glaces

- *présenté par Denis Gilbert (DSOE – Sciences océaniques)*

Les données présentées ont été compilées pour l'exercice de détermination des zones d'importance écologique et biologique (ZIEB) dans le cadre de l'initiative de Gestion intégrée du golfe du Saint-Laurent (Savenkoff et al. 2007).

Température

En ce qui concerne la température de l'eau, la ZPM semble en général assez représentative de l'estuaire du Saint-Laurent. Toutefois, l'échelle des données existantes ne permet pas toujours de révéler les particularités à l'échelle de la ZPM.

0-2 m (couche de surface) : les températures varient entre 7 et 13 °C en été et entre -1 et 1 °C en hiver, dans la ZPM. À cause du mélange vertical près de Tadoussac, la

Sedimentary patterns

- *presented by Lizon Provencher (OESB – Habitat Sciences)*

A systematic sampling of the sediment, conducted in the MPA in 2006, showed that granulometry varies as a function of depth but also between eastern and western regions. Sand dominates in shallow waters, being fine and silty in the western part and medium to coarse-grained in the eastern. In the western part, compact clay covered by coarse-grained sand is also found. Deeper, the sediment gradually becomes finer, with fine to silty sand between 40-120 m and silt from 120 m up to the Laurentian Channel. Silt characterizes the underwater bay in the western part of the MPA.

By comparing these results with the different types of seabed determined by unsupervised classification of the reflectivity data, it is shown that, overall, classes correspond relatively well. Nevertheless, to validate these data, classification should be calibrated using sediment samples and a supervised classification.

Temperature, salinity, oxygen and ice

- *presented by Denis Gilbert (OESB – Ocean Sciences)*

The data presented have been compiled for determining ecologically and biologically significant areas (EBSA) as a part of the Gulf of St. Lawrence Integrated Management initiative (Savenkoff et al. 2007).

Temperature

In terms of water temperature, the MPA conditions appear to be typical of the St. Lawrence Estuary. However, the scale of existing data does not always reveal the specificities at the scale of the MPA.

0-2 m (surface layer): temperatures vary between 7 and 13°C in summer and -1 and 1°C in winter in the MPA. Because of vertical mixing near Tadoussac, the Estuary's surface temperature is

température de surface de l'estuaire est plus élevée que celle du golfe en hiver, et plus basse en été.

30-100 m (couche intermédiaire froide, CIF) : les températures de cette couche d'eau se situent en été autour de 0,5-1 °C dans la ZPM.

100-200 m : les températures dans la ZPM oscillent, en été, entre 2 et 2,5 °C.

200-300 m : les températures dans la ZPM varient, en été, entre 4,5 et 5 °C.

La télédétection est un bon outil pour suivre la température de surface. Des images sont acquises de façon routinière à l'IML avec une résolution maximale de 1 km x 1 km (DSOE).

Salinité

0-2 m (couche de surface) : en été, le panache d'eau douce des trois rivières dans la ZPM est évident et semble traverser l'estuaire (salinité en deçà de 28). L'absence de panache d'eau douce en hiver s'explique probablement par un manque de données de salinité en cette période.

30 m et plus : la salinité augmente avec la profondeur, tel qu'observé normalement.

La télédétection de la salinité en surface est en voie d'être développée à la DSOE. Un satellite SMOS qui montre la matière colorée dissoute dans l'eau, un traceur des eaux douces, sera lancé en 2007. Sur la carte (annexe 4), le panache d'eau douce de la péninsule Manicouagan est évident. Le patron de salinité est très marqué à l'embouchure des trois rivières de la ZPM. Toutefois, l'efficacité de la détection dans les estuaires reste encore incertaine.

Oxygène

0 à 2 m (couche de surface) : le taux de saturation est assez élevé (>100 %) dans la ZPM, tout comme ailleurs dans l'estuaire, indiquant une importante photosynthèse et une forte production primaire en été.

0 à 30 m (couche de surface) : le niveau est près de 100 % de saturation, comme dans les régions avoisinantes.

30 à 100 m (CIF) : le taux de saturation se

higher than in the Gulf in winter and lower in summer.

30-100 m (cold intermediate layer, CIL): temperatures within this layer are around 0.5-1°C in the MPA.

100-200 m: summer temperatures in the MPA are between 2 and 2.5°C.

200-300 m: summer temperatures in the MPA vary between 4.5 and 5°C.

Remote sensing is a good tool for monitoring surface temperature. Images are obtained at a regular basis at the MLI with maximum resolution of 1 km x 1 km (OESB).

Salinity

0-2 m (surface layer): in summer, the freshwater plume from the three rivers in the MPA is clearly visible and seems to cross the Estuary (salinity below 28). The absence of freshwater plume in winter is probably due to the lack of salinity data during this period.

30+ m: salinity increases with depth, as normally observed.

Remote sensing of surface salinity is under development at OESB. An SMOS satellite that shows water-dissolved coloured matter, a freshwater tracker, will be launched in 2007. On the map (Appendix 4), the freshwater plume from the Manicouagan peninsula is obvious. The salinity pattern is very pronounced at the mouth of the three rivers in the MPA. However, the effectiveness of remote sensing in the river estuaries remains uncertain.

Oxygen

0-2 m (surface layer): the saturation rate is relatively high (>100%) in the MPA, as elsewhere in the Estuary, which indicates a significant photosynthesis and high primary production during summer.

0-30 m (surface layer): the level is nearly 100% saturation, as in neighbouring areas.

30-100 m (CIL): the saturation rate remains

maintien autour de 80 %, ce qui est suffisamment élevé pour ne pas constituer un stress pour les organismes marins.

100 à 200 m : le taux de saturation descend à 60 %. À ce niveau, la croissance des organismes est affectée. D'après les travaux effectués à l'IML (DSHA), la croissance de la morue ralentit en deçà de 70 % de saturation. Toutefois, ce taux ne menace pas la survie des organismes.

200 à 300 m : le taux de saturation est bas, autour de 25 %, représentant un stress important pour les organismes. À ces profondeurs, il y a une baisse importante de l'oxygène le long du chenal laurentien (du golfe vers l'estuaire). La mortalité de la morue est observée à compter de 28 % de saturation en oxygène.

300 m et plus : comme à 200-300 m, il y a une perte d'oxygène le long du chenal avec des valeurs qui peuvent descendre sous les 20 % de saturation. Des études (DSOE) ont démontré que cette faible saturation affecte la composition des communautés de polychètes, et donc la biodiversité.

L'oxygène est un facteur limitant pour les animaux. Pour la ZPM, l'oxygène est une variable à considérer, particulièrement sa dynamique temporelle. Si la saturation varie de $\pm 20\%$, des changements de biodiversité sont inévitables. La concentration d'oxygène ambiante a des conséquences sur la capacité des organismes à survivre et à rester en place.

Glaces

Dans l'estuaire, la glace se forme plus tôt et fond plus tôt que dans le golfe. Il n'y a pas de données pour la ZPM en particulier.

Température et salinité près de la côte

- *présenté par Lizon Provencher (DSOE – Sciences de l'habitat)*

Les eaux du haut de la zone infralittorale (0-5 m de profondeur), en face des battures de la péninsule Manicouagan, restent salées tout au long de l'été. La salinité est plus faible en juin et juillet (entre 21 et 25) et plus élevée en août et septembre (entre 23 et 30). La température y est froide, le plus souvent entre 8 et 12 °C.

around 80%, which is sufficiently high to prevent stress on marine organisms.

100-200 m: the saturation rate drops to 60%. At this level, the development of organisms is affected. According to the work conducted at the MLI (FAD), the growth of cod slows when saturation drops below 70%. However, this rate does not threaten the survival of organisms.

200-300 m: the saturation rate is low, around 25%, which means a significant stress on organisms. At these depths, there is a significant drop in oxygen along the Laurentian Channel (from the Gulf towards the Estuary). Cod mortality is observed at and below 28% oxygen saturation.

300+ m: as at 200-300 m, oxygen is lost along the Channel with values that can drop below 20% saturation. Studies (OESB) have shown that this low saturation affects the composition of polychaete communities, and therefore biodiversity.

Oxygen is a limiting factor for animals. In the MPA, oxygen is a variable to be considered, especially its time dynamics. If saturation varies by $\pm 20\%$, biodiversity changes are inevitable. Ambient oxygen concentrations have consequences on the organisms' capacity to survive and remain in place.

Ice

In the Estuary, ice forms earlier and melts sooner than in the Gulf. There are no data for the MPA in particular.

Temperature and salinity near the coast

- *presented by Lizon Provencher (OESB – Habitat Sciences)*

Waters in the upper infralittoral area (0-5 m deep), in front of the Manicouagan peninsula flats, remain salty throughout the summer. Salinity is lower in June and July (between 21 and 25) and higher in August and September (between 23 and 30). Temperatures are cold, usually between 8 and 12°C. Deep water upwellings have been

Des remontées d'eau profonde ont été observées par des valeurs élevées de salinité associées à des baisses de température. Dans les estuaires de rivières, les salinités et températures enregistrées entre 0 et 5 m de profondeur sont variables avec des salinités plus faibles et des températures plus élevées. Elles sont régies par les marées, les vents et les eaux douces provenant des rivières.

Courants et circulation d'eau

- présenté par Denis Lefavre (SHC)

L'eau douce provenant des trois rivières de la ZPM, en arrivant dans l'estuaire du Saint-Laurent, est entraînée vers l'amont par l'effet de la rotation de la terre, créant ainsi un jet côtier. Cette lentille d'eau douce qui monte vers l'amont est récurrente, mais moins que dans d'autres zones où les jets côtiers sont plus forts et réguliers (surtout dans le golfe). L'estuaire est plus dynamique.

Le brassage des marées est parallèle à la côte, mais n'a pas d'effet net sur la circulation.

Les vents dominants d'ouest s'opposent à la circulation d'eaux douces : ils chassent les eaux douces au large vers le sud de l'estuaire. À partir de la Baie St-Ludger jusqu'au large, la salinité ne descend pas en deçà de 21-22, car l'eau douce est évacuée au large pour ensuite se mélanger avec l'eau salée.

Ce mouvement de masses d'eau vers le large crée un appel des eaux de la couche intermédiaire froide vers la côte nord. Considérant la bathymétrie de la ZPM, on peut supposer que les eaux plus salées, qui remplacent les eaux douces évacuées, viennent très près de la côte, mais une modélisation est requise pour plus de détails. Il serait intéressant de vérifier si les variations du macrozooplancton à mi-couche et au fond sont corrélées avec ces mouvements de masses d'eau.

Les forts vents d'est produisent une plongée des eaux de surface qui devrait avoir comme conséquence de chasser le zooplancton. Ces vents produisent aussi une élévation des eaux de surface, qui combinée aux vagues, causent l'érosion des berges. Les vents d'ouest en contrepartie vont plutôt entraîner un affaissement des eaux et attaquer la rive sud.

observed with high salinity values associated with lower temperature. In the river estuaries, salinity and temperature recorded at depths between 0-5 m are variable with lower salinity levels and higher temperatures. They are governed by the tides, the winds and the freshwater flow from the rivers.

Currents and water circulation

- presented by Denis Lefavre (CHS)

The freshwater from the three rivers in the MPA, upon arrival in the St. Lawrence Estuary, is led upstream by the earth's rotation, creating a coastal jet. This freshwater lens moving upstream is recurrent, but less so than in other area where coastal jets are stronger and more regular (especially in the Gulf). The Estuary is more dynamic.

Tidal mixing is parallel to the coast, but does not have any net effect on the circulation.

The dominant westerly winds are opposite the freshwater circulation: they force the freshwater offshore towards the south of the Estuary. From Baie St-Ludger to the offshore waters, salinity does not drop below 21-22, since the freshwater is evacuated offshore and subsequently mixed with the saltwater.

This offshore water mass movement creates upwelling of the cold intermediate layer towards the northern shore. Given the bathymetry of the MPA, it is likely that the more salty water, which replaces the evacuated freshwater, comes very close to the shore, but modeling would be required for more details. It would be interesting to check if macrozooplankton variations at mid-layer and at the bottom are correlated with these water mass movements.

Strong easterly winds cause a downwelling of surface waters that is likely to drive off the zooplankton. These winds also produce a rise in surface waters, which, combined with the waves, cause bank erosion. On the other hand, westerly winds cause a drop in water levels and attack the south shore.

Sels nutritifs et phytoplancton (production primaire)

- présenté par Diane Lavoie (DSOE – Sciences océaniques)

1) Il y a peu de mesures *in situ* dans la ZPM. En général, les données disponibles (1969-2005) démontrent les phénomènes suivants :

- Lorsque les débits d'eau douce sont importants, les gradients de température, de densité et de salinité sont orientés dans le sens de l'estuaire du Saint-Laurent. Lorsque les débits d'eau douce diminuent, il y a formation de « pulses » d'eau douce qui traversent parfois l'estuaire (gradients transversaux). Cela stabilise la circulation dans l'estuaire, en formant des gyres où la production primaire peut commencer.
- La région de la ZPM est très dynamique et très variable, mais peu connue.
- Une animation de la salinité de surface modélisée pour juillet-août démontre entre autres le pompage des eaux profondes à la tête du chenal. De plus, de petites remontées d'eau profonde sont parfois apparentes dans la ZPM (comme ailleurs le long de la côte nord). Le panache d'eau douce sortant des rivières de la ZPM et la formation de structures transversales peuvent aussi être observés. Par moments, la production primaire dans la ZPM semble plus forte que dans les zones environnantes. La résolution de ce modèle est de 2 km.

2) Les images satellitaires disponibles couvrent bien la ZPM du point de vue spatial et temporel, mais une contamination par la matière jaune des images empêche de distinguer clairement la partie du signal due à la chlorophylle. Pour voir les zones de productivité primaire, des algorithmes qui discriminent les valeurs associées à la chlorophylle doivent être développés. La DSOE à l'IML envisage de travailler sur ce genre d'algorithmes.

Malgré les difficultés, les observations et les résultats d'un modèle NPZD (modèle qui considère nutriments, phytoplancton,

Nutrients and phytoplankton (primary production)

- presented by Diane Lavoie (OESB – Ocean Sciences)

1) There are few *in situ* measurements in the MPA. Generally, the available data (1969-2005) demonstrate the following phenomena:

- When the freshwater flow rate from the rivers is high, temperature, density and salinity gradients are oriented in the direction of the St. Lawrence Estuary. When freshwater flow rate drops, freshwater "pulses" are formed that sometimes cross the Estuary (transversal gradients). This stabilizes circulation in the Estuary by forming gyres where primary production can begin.
- The MPA region is very dynamic and variable, but not well known.
- An animation of the modelled surface salinity for July-August shows, among other things, the pumping of deep waters at the head of the channel. In addition, small upwellings of deeper water can sometimes be seen in the MPA (like elsewhere along the north shore). The freshwater plume from the rivers in the MPA and the formation of transversal structures are also noticed. At times, primary production in the MPA appears to be stronger than in neighbouring areas. This model's resolution is 2 km.

2) The available satellite images cover the MPA effectively in terms of space and time, but yellow matter contamination of the images precludes a clear identification of the part of the signal caused by the chlorophyll. To see the primary production areas, algorithms that discriminate the values associated with the chlorophyll must be developed. The OESB at the MLI plans to work on this type of algorithms.

Despite the difficulties, the observations and the results from an NPZD model (model considering Nutrients, Phytoplankton, Zooplankton and

zooplancton et détritus) de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent démontrent qu'au début du printemps, il y a une concentration élevée d'éléments nutritifs en surface. En été, les concentrations diminuent parce que les nutriments sont consommés par les algues (sauf à la tête du chenal qui reçoit un apport tout l'été). En général, les éléments nutritifs ne sont pas un facteur limitant pour la production biologique dans l'estuaire.

La production primaire dans la ZPM et dans l'estuaire est quasi-nulle en avril. La production est située surtout dans le golfe à cette période. Dans l'estuaire, la production primaire commence habituellement en juin et juillet, sauf les dernières années où elle a commencé plus tôt.

3) En ce qui concerne la modélisation effectuée dans le cadre de l'identification des zones d'importances écologique et biologique (ZIEB) (données de 1997-2000), la résolution temporelle est bonne, mais la résolution spatiale (5 km) n'est pas adéquate pour l'aire de la ZPM.

Diane Lavoie identifie des besoins particuliers pour la ZPM :

- Obtenir une résolution plus élevée des modèles de production.
- Avoir un modèle plus adapté aux milieux côtiers.
- Connaître les apports en éléments nutritifs des rivières.
- Développer un algorithme de correction pour la matière jaune (sur images satellitaires).

Zooplancton (production secondaire) : aspect temporel

- *présenté par Michel Harvey (DSOE – Sciences océaniques)*

Les données disponibles pour la ZPM sont insuffisantes. Celles disponibles pour le macrozooplancton et le mésozooplancton proviennent des sources suivantes :

1) Un transect (TESL) du programme de monitoring de la zone atlantique (PMZA), qui traverse l'estuaire en amont de la ZPM, en face de Rimouski. Depuis 2000, celui-ci est échantillonné deux fois par année, en juin et en novembre. On pourrait isoler les stations

Detritus) of the Estuary and Gulf of St. Lawrence show that in early spring, a high concentration of nutrient elements is found in the surface. In summer, concentrations drop because nutrients are consumed by algae (except at the head of the channel, where nutrients are brought up throughout the summer). Overall, nutrient elements are not a limiting factor for biological production in the Estuary.

Primary production in the MPA and the Estuary is almost nil in April. Production is mostly located in the Gulf during this period. In the Estuary, primary production usually begins in June and July, except in recent years when it has begun earlier.

3) Regarding the modelling conducted within the framework of identification of ecologically and biologically significant areas (EBSA) (1997-2000 data), temporal resolution is good, but spatial resolution (5 km) is not adequate for the MPA region.

Diane Lavoie has identified specific needs of the MPA:

- Acquire higher resolution in production models.
- Obtain a model better adapted for coastal environments.
- Know the nutrient contribution from the rivers.
- Develop a correction algorithm for yellow matter (on satellite images).

Zooplankton (secondary production): temporal aspect

- *presented by Michel Harvey (OESB – Ocean Sciences)*

The data available from the MPA are insufficient. Those available for macrozooplankton and mesozooplankton are from the following sources:

1) A transect (TESL) of the Atlantic Zonal Monitoring Program (AZMP), which crosses the Estuary upstream from the MPA, in front of Rimouski. Since 2000, it is sampled twice a year, in June and November. Stations near the MPA could be isolated in order to extract the

près de la ZPM pour extraire de l'information spécifique pour ce secteur.

2) La mission d'évaluation de la biomasse de zooplancton (1994 à 2006) dont certaines stations se trouvent dans la ZPM.

3) Des données de la fin des années 70. La grille d'échantillonnage couvre l'ensemble de l'estuaire sur une période de 12 mois (NDLR : voir Plourde et al. (2002)).

La condition du krill a fait l'objet d'une étude et a été mise en relation avec des paramètres physiques, dont la salinité : lorsque la salinité augmente, l'indice de condition augmente également. Cet indice de condition pourrait être développé pour les stations qui sont près de la ZPM. L'indice est à un stade exploratoire, il reste à voir si, par exemple, une corrélation existe entre la condition et l'abondance du krill.

Les données du TESL (2000-2006) montrent que les espèces de mésozooplancton les plus abondantes sont *Oithona* spp. et *Calanus finmarchicus*, et que l'espèce de macrozooplancton la plus abondante est *Boreomysis arctica*.

Zooplankton (production secondaire) : aspect spatial

- présenté par Ian McQuinn (DSOE – Sciences océaniques)

L'hydroacoustique permet de connaître les patrons spatiaux (horizontaux et verticaux) du zooplancton dans la colonne d'eau avec une plus grande résolution. Contrairement à l'échantillonnage au filet, on ne sait pas précisément quelles espèces sont observées. Toutefois, certaines informations sur les organismes peuvent être obtenues par échantillonnage ou par analyse de signaux. Cela permet d'identifier les espèces dominantes et de les suivre sur les plans spatial et temporel. De plus, l'hydroacoustique est mieux adaptée aux organismes présents dans la colonne d'eau que sur le fond.

La carte de distribution du macrozooplancton dans l'estuaire montre, que dans le secteur de la ZPM et en amont, ce sont surtout des euphausiacés qui sont recensés. Les concentrations sont très variables dans le

information specific for this region.

2) The zooplankton biomass assessment mission (1994-2006), where some stations are located in the MPA.

3) Data from the late 1970s. The sampling grid covers the entire Estuary over a period of 12 months (editors' note: see Plourde et al. (2002)).

The krill condition was studied and correlated with physical parameters, such as salinity: when salinity increases, the condition index also increases. This condition index could be developed for stations that are close to the MPA. The index is at an exploratory stage and it needs to be determined if, for example, there is a correlation between krill condition and krill abundance.

TESL data (2000-2006) shows that the most abundant mesozooplankton species are *Oithona* spp. and *Calanus finmarchicus*, and the most abundant macrozooplankton species is *Boreomysis arctica*.

Zooplankton (secondary production): spatial aspect

- presented by Ian McQuinn (OESB – Ocean Sciences)

Hydroacoustics allow detection of zooplankton spatial patterns (horizontal and vertical) in the water column at a higher resolution. Contrary to net sampling, it is unknown which species are being observed. However, certain information on the organisms can be obtained through sampling or signal analysis. This allows identification of dominant species and monitoring of them in time and space. Furthermore, hydroacoustics are better adapted for organisms occurring in the water column than on the bottom.

The distribution map for macrozooplankton in the Estuary shows that in the MPA sector and upstream, mostly euphausiids are surveyed. Concentrations are inconsistent over time and are higher towards the north shore of the Estuary.

temps et sont plus grandes vers la rive nord de l'estuaire. Ces données sont assez sommaires et il y a peu de détails pour la ZPM.

La nuit, les euphausiacés effectuent une migration verticale à la surface pour redescendre en profondeur le jour.

Il serait possible de faire un relevé à l'échelle de la ZPM en une journée de terrain (une fois le système installé sur le bateau) avec une méthode utilisée près de l'île Madame. Si l'acquisition des données est effectuée de manière adéquate, le traitement de données est presque automatisé.

Débits des rivières et qualité des eaux

- *présenté par Mélanie Sabourin (DGO – Zones de protection marines)*

Débits

La rivière Manicouagan a le plus fort débit des trois rivières de la ZPM avec une moyenne annuelle de 904 m³/s (annexe 5). Les rivières Betsiamites et aux Outardes ont des débits moyens annuels de 349 m³/s et 391 m³/s, respectivement. Les moyennes annuelles de débit varient peu d'une année à l'autre, surtout pour Betsiamites et aux Outardes. Les trois rivières ont un débit moyen annuel total de 1648 m³/s. À titre indicatif, le débit moyen annuel du Saguenay est de 2110 m³/s.

Variations saisonnières

Les débits des rivières de la ZPM varient peu au cours de l'année, comparativement à la rivière Moisie (hors ZPM) qui a une très grande variabilité annuelle (annexe 5). Cette différence est due au fait que les rivières de la ZPM sont harnachées, contrairement à la rivière Moisie dont le débit est naturel (fortes crues printanières et étiages hivernaux).

Harnachement de la rivière aux Outardes

Les données prises avant et après la construction des barrages (1967) montrent que ces derniers ont eu les effets suivants sur le débit :

- une augmentation du débit hivernal moyen qui est passé de 112 m³/s à 450 m³/s
- une diminution des crues printanières (mai et juin) qui sont passées de 1000 m³/s à 340 m³/s en moyenne

These data are rather basic and there are few details for the MPA.

At night, euphausids migrate vertically to the surface and then move down again at daytime.

It would be possible to conduct an MPA-wide survey lasting one field day (after the system has been installed on the boat) with a method used near île Madame. If data collection is done properly, data processing is almost automatic.

River flow rates and water quality

- *presented by Mélanie Sabourin (OMB – Maritime Protected Areas)*

Flow rates

The Manicouagan River has the highest flow rate of the three rivers in the MPA with an annual mean of 904 m³/s (Appendix 5). The Betsiamites and Outardes rivers have annual flow rate averages of 349 m³/s and 391 m³/s, respectively. Annual flow rate averages vary only slightly from one year to another, especially for Betsiamites and Outardes rivers. The total annual flow rate for the three rivers is 1,648 m³/s. For comparison, the annual flow average for the Saguenay River is 2,110 m³/s.

Seasonal variations

The discharge from the MPA rivers varies only little throughout the year compared to the Moisie River flow (outside the MPA), which shows considerable variability (Appendix 5). This difference is due to the fact that the MPA rivers are harnessed, as opposed to the Moisie River whose flow rate is natural (strong spring freshets and low winter minimum flows).

Harnessing of the Outardes River

The data collected before and after the construction of the dams (1967) reveal that the dams have had the following effects on the flow rate:

- an increase of the average winter flow from 112 m³/s to 450 m³/s
- a decrease of spring freshets (May and June) from 1,000 m³/s to 340 m³/s, on average

- une diminution des variations intra-saisonniers : en conditions naturelles, les débits en mai oscillaient entre 75 m³/s et 2830 m³/s, comparativement à 115 m³/s et 492 m³/s pour la période suivant la construction des barrages
- une diminution du débit estival qui est passé de 521 m³/s à 295 m³/s pour le mois de juillet

Grâce à une entente entre Hydro-Québec et la Société de restauration du saumon de la rivière Betsiamites, appliquée depuis 2000, le débit minimum turbiné à Bersimis-2 est établi à 260 m³/s pendant la période de fraie du saumon et à 130 m³/s le reste de l'année.

Paramètres physico-chimiques

Robitaille (1998) décrit la variation saisonnière de plusieurs paramètres physico-chimiques des rivières aux Outardes, Manicouagan et Moisie, mettant en évidence des différences entre deux rivières harnachées et une rivière naturelle (annexe 6) :

- Solides en suspension. Les rivières Manicouagan et aux Outardes ont de faibles concentrations et peu de variations saisonnières, contrairement à la rivière Moisie.
- Carbone organique total. Dans la rivière aux Outardes, les concentrations restent stables tout au long de l'année. La situation est similaire pour la Manicouagan, tandis que dans la rivière Moisie les concentrations diminuent du printemps à l'hiver.
- Phosphore total. On observe de faibles variations saisonnières pour les rivières Manicouagan et aux Outardes. Dans la rivière Moisie, les concentrations en phosphore total diminuent entre le printemps et l'hiver.
- Nitrites et nitrates. Les concentrations sont stables dans les rivières Manicouagan et aux Outardes, contrairement à Moisie où elles augmentent de l'été à l'hiver.
- Azote. Peu de variation annuelle, sauf pour la Moisie où la concentration augmente en hiver.

- a decrease in intra-seasonal variations: under natural conditions, flow rate in May varied between 75 m³/s and 2830 m³/s, compared to 115 m³/s and 492 m³/s for the period following construction of the dams
- a decrease in the summer flow rate, from 521 m³/s to 295 m³/s for the month of July

An agreement between Hydro-Quebec and the *Société de restauration du saumon de la rivière Betsiamites*, effective since 2000, establishes a controlled minimum flow rate to turbine at Bersimis-2: 260 m³/s during the salmon spawning period, and 130 m³/s for the rest of the year.

Physicochemical parameters

Robitaille (1998) describes the seasonal variation of several physicochemical parameters in the Outardes, Manicouagan and Moisie rivers, highlighting the differences between two harnessed rivers and one natural river (Appendix 6):

- Suspended solids. The Manicouagan and Outardes rivers have low concentrations and little seasonal variation, as opposed to the Moisie River.
- Total organic carbon. In the Outardes River, concentrations remain stable throughout the year. The situation is similar for the Manicouagan River, whereas the concentrations in the Moisie River drop from spring to winter.
- Total phosphorus. There is little seasonal variation in the Manicouagan and Outardes rivers. In the Moisie River, total phosphorus concentrations drop from spring to winter.
- Nitrites and nitrates. Concentrations are stable in the Manicouagan and Outardes rivers, as opposed to the Moisie River where they increase from summer to winter.
- Nitrogen. Little annual variation, except for the Moisie River, where the concentration increases in winter.

- Silice. Les variations saisonnières sont un peu plus importantes pour la rivière Moisie que la Manicouagan et aux Outardes. Les concentrations pour Moisie augmentent à l'automne et en hiver.

Selon un calcul approximatif, la proportion des eaux douces introduites dans le secteur de la ZPM par cycle de marée (12 heures) est autour de 9 % dans la zone intertidale, 2 % en zone infralittorale (ou 0-40 m), et 0,5 % dans toute la ZPM (annexe 7).

Algues toxiques

- *présenté par Michael Scarratt (DSOE – Sciences océaniques)*

Plusieurs espèces d'algues toxiques sont présentes dans l'estuaire, dont *Alexandrium tamarense* qui se trouve aussi dans la ZPM. Cette espèce est d'ailleurs à l'origine des marées rouges et produit la toxine paralysante que l'on retrouve dans les mollusques.

Les floraisons sont souvent associées aux panaches d'eau douce. Dans la région de la ZPM et de la Côte-Nord en général, les floraisons sont assez régulières.

Les facteurs stimulant la croissance de cette algue sont :

- faible turbulence dans la colonne d'eau
- température élevée
- salinité faible
- concentrations élevées de sels nutritifs
- présence de substances humiques

Thériault et al. (1985) ont démontré une relation entre *A. tamarense* et le panache d'eau douce des rivières de la ZPM. Les endroits de grande concentration d'*A. tamarense* correspondaient aux panaches des rivières. À ces endroits, une toxicité plus élevée des mollusques a aussi été démontrée. Selon l'hypothèse exposée par les auteurs, ces eaux sont éventuellement emportées vers le large, vers le courant de Gaspé, expliquant la distribution de la toxicité des mollusques autour de la péninsule gaspésienne. La ZPM et les environs peuvent ainsi être qualifiés de berceau des algues toxiques dans le Saint-Laurent.

- Silica. Seasonal variations are slightly more significant in the Moisie River than in the Manicouagan and Outardes. Concentrations in the Moisie increase in the fall and winter.

According to calculation estimates, the proportion of freshwater introduced in the MPA sector per tidal cycle (12 hours) is around 9% in the intertidal area, 2% in the infralittoral area (or 0-40 m), and 0.5% in the entire MPA (Appendix 7).

Toxic algae

- *presented by Michael Scarratt (OESB – Ocean Sciences)*

Several species of toxic algae occur in the Estuary, such as *Alexandrium tamarense*, which is also found in the MPA. This species causes red tides and produces a paralyzing toxin that can be found in molluscs.

Algae blooms are often associated with freshwater plumes. In the MPA region and on the North Shore, blooms occur regularly.

The factors that stimulate growth of this algae are:

- weak turbulence in the water column
- high temperature
- low salinity
- high concentrations of nutrients
- presence of humic substances

Thériault et al. (1985) demonstrated a relationship between *A. tamarense* and the freshwater plume from the rivers in the MPA. Areas of high concentration of *A. tamarense* corresponded to river plumes. In these areas, higher toxicity in molluscs was also found. Based on the hypothesis presented by the authors, these waters are eventually swept offshore towards the Gaspé current, which explains the distribution of toxicity in molluscs around the Gaspé Peninsula. The MPA and surrounding areas can thus be considered as the cradle for toxic algae in the St. Lawrence.

Un modèle de la croissance et de la dérive d'une floraison d'*A. tamarensis* en mai et juin 1998 a été présenté. La croissance se fait sur la côte nord de l'estuaire, puis les algues sont exportées vers le golfe, tel que prédit par l'hypothèse de Therriault et al. (1985). En général, la rétention de la plume dans l'estuaire favorise la floraison et la croissance.

Le programme de monitoring des algues toxiques dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent existe depuis 1989 et comprend 11 stations côtières. La station la plus proche de la ZPM est située au quai public de Baie-Comeau. L'échantillonnage se fait en été seulement. Les paramètres mesurés sont la température, la salinité, les nitrites, les nitrates, les silicates, le phosphate, la profondeur et l'abondance d'*A. tamarensis*. L'abondance d'*A. tamarensis* varie beaucoup entre les saisons et entre les années.

Les participants de l'atelier suggèrent d'ajouter une station de monitoring d'algues toxiques dans la ZPM. Des raisons pratiques régissant l'emplacement des stations, le quai de Ragueneau a notamment été suggéré. Étant donné la grande valeur d'une véritable série de données, il n'est pas recommandé de déplacer des stations existantes.

A. tamarensis est probablement une source d'alimentation pour le zooplancton puisque des études documentent l'accumulation de toxines dans les organismes placés plus haut dans la chaîne trophique.

Discussion sur les composantes clés des écosystèmes dans la ZPM

Dans le domaine de l'océanographie, les données prises directement dans la ZPM sont rares. Par contre, en projetant sur la ZPM les connaissances acquises à l'échelle de l'estuaire, des hypothèses concernant le système local pourraient être émises. Cet exercice pourrait amener une compréhension des mécanismes de fonctionnement du système à l'intérieur de la ZPM, ce qui aiderait à cibler et à établir la priorité des besoins d'acquisition de connaissances et, dans certains cas, des éléments du suivi.

Dans la discussion qui suit, des secteurs, des composantes et des processus importants

A growth and drift model for the *A. tamarensis* bloom in May and June of 1998 was presented. Development occurs on the north shore of the Estuary, then the algae are carried towards the Gulf as predicted by the hypothesis of Therriault et al. (1985). In general, the retention of the plume in the Estuary is beneficial for bloom and growth.

The toxic algae monitoring program in the Estuary and Gulf of St. Lawrence exists since 1989 and comprises 11 coastal stations. The station closest to the MPA is located at Baie-Comeau's public pier. Sampling is done only in summer. The parameters measured are temperature, salinity, nitrites, nitrates, silica, phosphates, depth and abundance of *A. tamarensis*. *A. tamarensis* abundance varies considerably between seasons and years.

Workshop participants suggested that a toxic algae monitoring station be added in the MPA. Given that practical reasons govern station locations, the Ragueneau pier in particular was suggested. Because of the high value of a true series of data, it is not recommended to move existing stations.

A. tamarensis is a likely food source for zooplankton since studies have demonstrated toxin accumulation in organisms that are higher in the food chain.

Discussion on key components of the ecosystems in the MPA

In the field of oceanography, data collected directly in the MPA are rare. However, by projecting onto the MPA the existing knowledge of the entire Estuary, hypotheses about the local system could be developed. This exercise could lead to a better understanding of the functional mechanisms of the system within the MPA, which would help target and prioritize knowledge acquisition needs and, in certain cases, monitoring elements.

In the following discussion, we looked for sectors, components and processes that are important for

pour la production dans la ZPM sont recherchés. Le but de cette discussion n'est donc pas de cibler des indicateurs, mais de dégager les éléments importants de la ZPM à partir de l'expérience et l'expertise des scientifiques présents.

D'entrée de jeu, Jean Munro, le président de réunion, propose des zones de production potentiellement distinctes, basées sur la configuration physiographique de la péninsule de Manicouagan (annexe 8) :

- Dans l'axe de l'estuaire du Saint-Laurent, la ZPM présente au nord-est une avancée dans l'estuaire (la péninsule Manicouagan) et au sud-ouest une partie en retrait. Les phénomènes océanographiques dans ces deux secteurs pourraient être différents.
- Dans l'axe transversal de l'estuaire du Saint-Laurent, la ZPM est partagée en deux secteurs, la zone littorale et la zone circalittorale. La zone littorale comprend le plateau intertidal qui est très peu dénivélé et s'étend sur presque la moitié de la superficie de la partie marine de la péninsule. Ce plateau inclut les estuaires et deltas des rivières aux Outardes, Betsiamites et Manicouagan, ainsi que la batture très large (2 à 4 km) de la péninsule. Le plateau s'étend sous la ligne des marées basses jusqu'à cinq mètres de profondeur et se termine par un talus (5-50 m). Au pied de ce talus, s'étend un autre plateau en milieu circalittoral allant jusqu'à 200 mètres de profond. Ce plateau se termine par un second talus qui donne sur la zone bathyale, la zone hypoxique.
- Le plateau circalittoral comprend deux parties. Au nord-est, le plateau est un prolongement de la péninsule dans l'estuaire au niveau de la couche intermédiaire froide (80 m de profondeur). Dans la portion sud-ouest, le plateau est situé au niveau de la couche profonde (175 m), formant une baie sous-marine s'enfonçant vers l'estuaire de la rivière aux Outardes.
- L'estuaire influence de façon significative le secteur de la ZPM, mais à l'inverse, ce

production in the MPA. Thus, the objective of the discussion was not to select indicators, but to highlight important elements in the MPA, based on the experience and expertise of the scientists present.

From the outset, Jean Munro, the chairperson, proposed some potentially distinct production areas, based on the physiographic configuration of the Manicouagan Peninsula (Appendix 8).

- In the axis of the St. Lawrence Estuary, the MPA presents an advance into the Estuary in the northeastern part (the Manicouagan Peninsula) and a portion withdrawn in the southwestern. Oceanographic phenomena in these sectors could be different.
- In the cross-stream axis of the St. Lawrence Estuary, the MPA is divided into two sectors, the littoral area and the circalittoral area. The littoral area includes the intertidal shelf, which has almost no vertical drop and spreads out over almost half of the maritime portion of the peninsula. This shelf includes the estuaries and deltas of the Outardes, Betsiamites and Manicouagan rivers, as well as the very wide foreshore (2-4 km) of the peninsula. The shelf continues under the low tide line down to 5 m deep and ends with a slope (5-50 m). At the bottom of this slope, a circalittoral shelf stretches until 200 m deep. The circalittoral shelf ends with a second slope reaching down to the bathyal area, the hypoxic area.
- The circalittoral a shelf is made up of two parts. In the northeast, the shelf is an extension of the peninsula into the Estuary at the level of the intermediate cold layer (80 m deep). In the southwestern portion, the shelf is located at the level of the deep layer (175 m), forming an underwater bay that recesses towards the estuary of the Outardes River.
- The Estuary significantly influences the MPA region, but conversely, the MPA region also

secteur influence aussi l'estuaire, en apportant d'importants volumes d'eau douce et affectant ainsi la production.

Processus et secteurs importants

Les experts ont souligné que les processus océanographiques exposés dans les présentations ne sont pas spécifiques à la ZPM, et que les phénomènes décrits se passent à différentes échelles spatiales et temporelles. La sélection des éléments importants et à suivre dépend de l'échelle ciblée.

Trois échelles ont été considérées : 1) l'estuaire maritime du Saint-Laurent, 2) l'ensemble de la ZPM et 3) des secteurs de la ZPM. Les présentations ont porté surtout sur des aspects à l'échelle de l'estuaire. La discussion aborde des aspects où la ZPM joue un rôle particulier dans l'estuaire et des aspects concernant les secteurs de production dans la ZPM.

Eaux douces et courants océaniques

On a convenu que l'apport d'eau douce des trois rivières de la ZPM est important pour ce qui se passe dans l'estuaire du Saint-Laurent. Les volumes d'eau douce arrivant dans la ZPM sont un moteur des processus océanographiques dans cette région, tel que montré par la simulation sur la salinité présentée par Diane Lavoie : En arrivant dans l'estuaire du Saint-Laurent, la lentille d'eau douce des rivières de la ZPM est entraînée vers l'amont par l'effet de Coriolis. Les vents dominants d'ouest dirigent ces eaux douces vers le sud où elles se mélangent aux eaux du fleuve et alimentent le courant de Gaspé.

Il y a lieu de noter que, sans l'influence du vent, les courants océaniques suivent les isobathes, c'est-à-dire restent à la même profondeur. À ces moments, les eaux de l'estuaire maritime entrent et sortent de la baie sous-marine dans la ZPM suivant le va-et-vient des marées. L'eau dans la baie est alors représentative de celle de l'estuaire maritime aux mêmes profondeurs.

Sous l'action des vents, les masses d'eau peuvent changer d'isobathes : Lorsque les vents d'ouest chassent les eaux de surface vers le large, les eaux du fond sont entraînées vers la surface. Il est probable que la

influences the Estuary by providing important amounts of freshwater and thereby affecting production.

Processes and important sectors

The experts stressed that the oceanographic processes exposed during the presentations are not specific to the MPA, and that the phenomena described occurs at different spatial and time scales. The choice of important elements and elements for monitoring depends on the intended scale.

Three scales were considered: 1) the St. Lawrence Maritime Estuary, 2) the entire MPA and 3) sectors within the MPA. The presentations focused mostly on aspects at the scale of the Estuary. Discussions address aspects in which the MPA plays a particular role for the Estuary and aspects concerning production sectors in the MPA.

Freshwater and ocean currents

It was recognized that the freshwater from the three rivers in the MPA is significant for what goes on in the St. Lawrence Estuary. The amount of freshwater arriving in the MPA is a driving force for the oceanographic processes in this region, as demonstrated by the salinity simulation presented by Diane Lavoie: Due to the Coriolis effect, the freshwater lens from the MPA rivers is led upstream upon arrival in the St. Lawrence Estuary. The dominant westerly winds carry these freshwater masses southward where they mix with the waters from the St. Lawrence River and feed the Gaspé current.

It should be noted that without any influence from the wind, the ocean currents follow the isobaths, *i.e.* remain at the same depth. At these moments, the maritime Estuary water enters and exits the underwater bay in the MPA following the movement of the tides. The water in the bay is thus the same water mass as the water in the maritime Estuary at the same depths.

Under the influence of wind, water masses can change isobaths: When westerly winds push surface waters offshore, bottom waters are brought to the surface. It is likely that the configuration of the underwater bay in the MPA is

configuration de la baie sous-marine enfoncée dans la ZPM favorise une telle recirculation, puisque différentes orientations du vent peuvent induire des remontées d'eau. Une analyse rapide des vents et des remontées observées n'a pas permis d'identifier une relation simple entre les deux. Un modèle hydrodynamique à l'échelle de la ZPM permettrait de comprendre le phénomène plus en détail.

Batture

Comparativement aux battures plus en amont, la largeur de la batture de la péninsule de Manicouagan est remarquable. Aussi, l'orientation de la côte fait en sorte que la région est en partie protégée des vents d'ouest. Cela crée une région refuge et des conditions pour que des poissons juvéniles puissent y rester. Dans l'estuaire du Saint-Laurent, de tels endroits sont rares, surtout sur la Côte-Nord. Aussi, il est important de repérer ces zones qui constituent un abri pour les poissons juvéniles.

L'action des vents et des courants peut expliquer la stabilité temporelle de la configuration de la batture. Tel qu'expliqué plus haut, les vents dominants de l'ouest provoquent des courants contraires en dessous de la surface, orientés vers la côte nord. Ces contre-courants retiennent ou retournent les sédiments vers le rivage. Les courants d'eaux douces provoqueraient également des contre-courants sous la lentille d'eau douce, orientés vers l'aval et vers la côte nord, permettant eux aussi une rétention des sédiments, selon un mécanisme similaire.

Dans la partie sud-ouest de la ZPM, les sédiments sont généralement plus fins (limon, sable fin), suggérant qu'il s'agit d'une zone plus calme, favorisant la sédimentation. La majeure partie du talus littoral (5-50 m) est caractérisée par du sable fin à grossier. Dans la partie nord-est, le sable est présent jusqu'à 80 m, suggérant des courants de fond plus actifs. Les sédiments qui se déposent à des endroits plus profonds sont plus fins (limons) et ne peuvent pas être remis en suspension par les vents.

Eaux douces et productivité

L'intérêt qu'on porte à la ZPM pour la productivité est lié aux apports d'eau douce.

favoring this type of recirculation, since several wind directions may bring about upwellings. A quick analysis of wind directions and observed upwellings did not show any simple relation between the two. A hydrodynamic model at the scale of the MPA would help better understand the phenomenon.

Foreshore

Compared with the foreshores further upstream, the width of the Manicouagan Peninsula foreshore is remarkable. Also, the orientation of the coastline partially protects the region from westerly winds. This provides a refuge area and conditions where juvenile fish can stay. In the St. Lawrence Estuary, such places are rare, especially on the North Shore. In addition, it is important to locate these areas that represent a shelter for juvenile fish.

Wind and current effects could explain the temporal stability of the foreshore's configuration. As explained above, dominant westerly winds create subsurface currents towards to north coast, contrary to the surface currents. These countercurrents trap or return the sediments towards the shore. The freshwater currents probably also cause countercurrents under the freshwater lens, directed downstream and towards the north shore, also enabling sediment retention, according to a similar process.

In the southwestern part of the MPA, sediments are generally finer (silt, fine sand), suggesting that it is a calmer area with increased sedimentation. Most of the littoral slope (5-50 m) is characterized by fine to coarse sand. In the northwestern part, sand is present down to 80 m deep, suggesting more active bottom currents. The sediments that deposit deeper still are finer (silt) and cannot be resuspended by wind action.

Freshwater and productivity

The focus given to the MPA in terms of productivity is related to the freshwater discharge.

Cette contribution à la production se fait sentir davantage près de la côte et dans la zone médiolittorale, mais également à l'échelle de l'estuaire, tel que mentionné plus tôt.

La quantité de matières organiques particulaires provenant des rivières est très importante. À titre d'exemple, les apports estivaux en carbone particulaire de la rivière Rupert dans la baie James atteignent à l'heure actuelle plusieurs millions de grammes par jour. Pour la ZPM, un calcul préliminaire pour les trois rivières indique l'arrivée d'un million de grammes (une tonne) de matière organique particulaire par heure pour les débits régulés. En période de crue, ce chiffre peut être jusqu'à dix fois supérieur. La sédimentation dans les estuaires se fait assez rapidement, surtout lorsque le débit de la rivière est réduit. La grande abondance de filtreurs près des estuaires de rivières est reliée à ces apports de matière organique. Si les eaux douces contrôlent en partie cette chaîne alimentaire, il serait important de connaître les débits optimaux.

Advenant qu'un débit minimum réservé sur la rivière aux Outardes soit instauré dans le futur, il y a un besoin de déterminer des paramètres à suivre (éléments clés, indicateurs) pour voir l'effet à long terme sur la productivité dans la ZPM.

Plusieurs participants ont recommandé de calculer la contribution des rivières en termes de matière organique particulaire et d'azote, ce qui se ferait facilement à partir de données existantes. Un tel exercice évaluerait l'état actuel et l'importance de l'apport et donnerait une idée de la contribution des rivières à la production. Une évaluation de la perte des apports à la suite du harnachement peut indiquer l'effet d'une éventuelle augmentation des débits. Toutefois, les barrages ont changé la sédimentation, ce qui complique cette prévision.

La production d'algues toxiques dans l'estuaire est également influencée par les débits d'eau douce des rivières, tel que décrit dans la présentation sur les algues toxiques.

Baie sous-marine

L'importance de la production biologique dans la baie sous-marine par rapport à l'ensemble

This contribution to the production is mostly apparent near the coast and in the mesolittoral area, but also in the Estuary, as mentioned earlier.

The amount of particulate organic matter from rivers is of great magnitude. For example, particulate carbon input from the Rupert River in the James Bay currently reaches several million grams per day during summer. Regarding the MPA, a preliminary calculation for the three rivers suggests the input of a million grams (a ton) of particulate organic matter per hour for regulated flow rates. During freshet periods, this number can be up to ten times higher. The sedimentation in the estuaries occurs rather quickly, especially when the river's flow rates are reduced. The high abundance of filterfeeders close to the river estuaries is related to this contribution of organic matter. If the freshwater flow partly controls this food chain, it would be important to know the optimal flow rates.

If a controlled minimum flow rate should be established for the Outardes River in the future, we need to determine monitoring parameters (key elements, indicators) in order to see the longterm impact on the productivity in the MPA.

Several participants recommended calculating the particulate organic matter and nitrogen contribution from the rivers, which could be done easily using existing data. This type of exercise would assess the current status and the magnitude of the input, and provide an idea of the contribution of rivers to the production. An assessment of the input lost due to the harnessing can provide an indication of the impact of an eventual flow rate increase. However, the dams have changed sedimentation, which complicates this projection.

Toxic algae production in the Estuary is also influenced by the freshwater discharge from rivers, as described in the toxic algae presentation.

Underwater bay

The importance of biological production in the underwater bay compared with the rest is

est inconnue. Un participant a proposé qu'avec l'apport des rivières, la baie sous-marine puisse être une zone productive. La configuration permet une sédimentation de matière organique qui serait à la base d'une chaîne de décomposition pélagique ou benthique. Des courants de pente au niveau du talus pourraient apporter de la matière en suspension et alimenter le secteur en sédiments, créant ainsi un secteur différent du reste de l'estuaire qui pourrait être plus diversifié. Cette hypothèse pourrait être vérifiée avec les données existantes des poissons et du benthos.

Composantes biologiques

Dans la zone intertidale, les zostères et les marais participent grandement à la production. On y trouve également une colonie de phoque commun, ainsi qu'une forte production de mollusques, notamment de grands bancs coquilliers, parmi les plus grands du Québec. Des gisements de maîtres de Stimpson et de clovisse arctique occupent une partie de l'infralittoral.

Sur la batture, en l'absence de zostères, la production de diatomées benthiques pourrait être importante. À la tête de la baie de Fundy, tout comme dans la ZPM, il y a de grandes battures. L'eau y est très turbide à cause de fortes marées et la couche photique est de quelques centimètres. En conséquence, la productivité primaire est très faible dans la colonne d'eau, et les diatomées benthiques prennent une place importante dans la productivité primaire totale. Il s'agit de diatomées, qui sont généralement brunes.

Dans certains secteurs de la ZPM, l'eau est de couleur brun-rouille sur de grandes étendues. Cette couleur provient peut-être de telles algues benthiques ou de petits ruisseaux provenant des tourbières. Il serait important de connaître le niveau de la turbidité de l'eau et l'épaisseur de la zone photique. Les secteurs semblent différer sur ce plan, par exemple, à la baie St-Ludger l'eau n'est pas turbide. L'importance des algues benthiques dans le système serait à étudier.

Zostère

La superficie des herbiers de zostères a augmenté depuis 1986. À Pointe-aux-Outardes et dans la baie St-Ludger, les

unknown. A participant suggested that considering the river input, the underwater bay may be a productive area. The configuration allows sedimentation of organic matter to take place; matter that would be the basis for a pelagic or benthic decomposition chain. Slope currents along the talus could bring about suspended matter and sediments, creating an area different from the rest of the Estuary and perhaps more diversified. This diversity hypothesis could be checked with existing fish and benthos data.

Biological components

In the intertidal area, eelgrass and marshes greatly contribute to production. There is also a harbour seal colony as well as a high level of mollusc production, in particular large clambeds, the largest in Quebec. Stimpson's surfclam and Arctic wedge clam beds populate parts of the littoral.

On the foreshore, where there is no eelgrass, the production of benthic diatoms could be significant. At the head of the Bay of Fundy, there are large foreshores, as in the MPA. Water is very murky there because of strong tides and the euphotic layer is a few centimetres thick. Consequently, primary production is very weak in the water column, and the benthic diatoms occupy an important place in the total primary production. They are generally brown diatoms.

In certain areas of the MPA, the water is rust-brown over extensive areas. This colour may be caused by such benthic algae or by small streams coming from the peat bogs. It would be important to know the level of water turbidity and the depth of the euphotic layer. Areas seem to differ on this, for example, in the St. Ludger Bay the water is not murky. The significance of benthic algae in the system remains to be studied.

Eelgrass

The extent of the eelgrass beds has increased since 1986. At Pointe-aux-Outardes and in St. Ludger Bay, seagrass beds were almost non-

herbiers étaient quasi-absents en 1986, alors qu'en 2004, les herbiers couvraient une superficie de 16 km². Cette croissance ne peut être reliée à la régularisation des rivières, car les barrages étaient construits bien avant. Elle pourrait cependant être liée à l'érosion. Auparavant, cet endroit était sableux avec des bancs coquilliers, mais la perte de sédiment due à l'érosion a révélé un sédiment propice à l'implantation de la zostère plutôt qu'à la mye. Une fois installée, la zostère favorise son propre milieu en ralentissant le courant et favorisant la sédimentation.

La zostère affiche une productivité primaire importante. Selon les données de Lizon Provencher (DSOE), une biomasse sèche autour de 160 g/m²/année est produite au sein de l'herbier. À chaque année, le feuillage de la zostère est arraché par les glaces en ce milieu intertidal. Par comparaison, le phytoplancton dans l'estuaire du Saint-Laurent produit autour de 100 g carbone/m²/année. Pour transformer ce chiffre en biomasse sèche, il faut multiplier par un facteur 2, c'est-à-dire environ 200 g/m²/année. De plus, dans le secteur de Manicouagan, la production de phytoplancton peut facilement atteindre 300 g/m²/année.

Les zostères fournissent un abri pour de nombreuses espèces de zooplancton et de petits poissons. Un rapport technique a récemment été publié sur la caractérisation des herbiers de zostères de la ZPM Manicouagan (Grant et Provencher 2007).

Zooplancton

Dans la baie sous-marine, on devrait trouver des organismes zooplanctoniques typiques de ces profondeurs, car le zooplancton se stratifie verticalement dans l'estuaire. Ces organismes ne seraient cependant pas produits sur place. Ils sont importés et exportés par les courants, selon un effet combiné de leurs comportements et de processus physiques. La composition du zooplancton sera donc prévisible, mais pas leur abondance ni la durée de leur présence, car ils sont de passage.

Le suprabenthos récolté à 50 cm du fond dans la zostère près du zéro bathymétrique, est composé d'espèces différentes de celles trouvées dans l'estuaire.

existent en 1986, whereas in 2004, seagrass beds covered an area of 16 km². This growth cannot be related to river regulation because the dams were built long before. However, it could be related to erosion. This area used to be sandy and occupied by clam beds, but the loss of sediments due to erosion has uncovered sediments that are appropriate to eelgrass rather than softshell clams. Once installed, eelgrass improves its own environment by slowing down the current and allowing sedimentation.

Eelgrass has a significant primary production. Based on the data from Lizon Provencher (OESB), a dry biomass of around 160 g/m²/year is produced within the seagrass bed. Each year, the eelgrass leaves are torn off by the ice in this intertidal environment. In comparison, phytoplankton in the St. Lawrence Estuary produces around 100 g carbon/m²/year. To transform this number into dry biomass, it must be multiplied by a factor of 2, giving 200 g/m²/year. Moreover, in the Manicouagan region, phytoplankton production can easily reach 300 g/m²/year.

Eelgrass provides a shelter for several zooplankton species and small fish. A technical report has recently been published on the characterization of the eelgrass beds in the Manicouagan MPA (Grant and Provencher 2007).

Zooplankton

In the underwater bay, we expect to find zooplankton organisms typical for these depths, because zooplankton stratifies vertically in the Estuary. However, these organisms are probably not produced on location. They are imported and exported by currents, according to a combination of their behaviour and physical processes. The composition of zooplankton is therefore predictable, but not the abundance nor the duration of their presence since they are only passing.

The suprabenthos sampled 50 cm from the bottom in the eelgrass near the bathymetric zero, is composed of different species than those found in the Estuary.

Plusieurs stations de monitoring, issue de programmes existants (PMZA, biomasse de zooplancton, algues toxiques), sont proches de la ZPM. Une ou deux campagnes d'échantillonnage à l'intérieur de la ZPM permettraient de voir si les stations existantes sont représentatives de la ZPM. Une couverture acoustique effectuée simultanément permettrait de vérifier la représentativité des échantillons et la distribution spatiale. Ensuite, si cela est pertinent, une station dans la ZPM pourrait être ajoutée aux missions régulières.

Poissons

Selon les données récoltées dans la ZPM en 2004, la diversité de poissons (surtout en eau moins profonde) est élevée ainsi que l'abondance de très jeunes stades de poissons. Il s'agit surtout d'espèces démersales et non-commerciales. La composition d'espèces diffère de celle trouvée dans les herbiers de zostères, où il y a également beaucoup de juvéniles. Une zone refuge pourrait exister dans l'infralittoral où les deux communautés entrent en contact.

Comparée à d'autres secteurs de l'estuaire, qui ont déjà fait l'objet d'un échantillonnage similaire, dont celui de Cacouna, la zone infralittorale de la ZPM semble plus diversifiée en espèces de poisson.

Selon certaines indications, on soupçonne la présence de pouponnières importantes dans le secteur, par exemple pour les larves de harengs et de capelans.

Oiseaux

La région de la ZPM est reconnue comme une aire de concentration d'oiseaux aquatiques (ACOA). Ces derniers font partie de l'écosystème et sont des indicateurs de la richesse du milieu. La ZPM étant créée en vertu de la *Loi sur les océans*, il n'y a pas de mesures de conservation spécifiques aux oiseaux. La protection et le suivi de la faune aviaire font partie des mandats d'Environnement Canada et du Parcs Canada.

Étude paléo-océanographique

Une étude paléo-océanographique pourrait être réalisée à partir des sédiments, en utilisant des indicateurs de production (diatomées, dinoflagellés). Les sédiments de

Several monitoring stations from existing programs (AZMP, zooplankton biomass, toxic algae) are close to the MPA. One or two sampling campaigns within the limits of the MPA would show whether the existing stations are representative of the MPA. Acoustic coverage done simultaneously would confirm the representativeness of the samples and the spatial distribution. Afterwards, if relevant, a station within the MPA could be added to the regular missions.

Fish

According to the data collected in the MPA in 2004, fish diversity (especially in shallow waters) is high as well as the abundance of very young fish stages. They are mostly demersal and non-commercial species. The species composition differs from that found in the eelgrass beds, where there are also many juveniles. A refuge area may exist in the infralittoral where the two communities meet each other.

Compared with other sectors of the Estuary, which have undergone similar sampling, such as Cacouna, the infralittoral area in the MPA appears to be more diversified in terms of fish species.

Based on certain indications, it is likely that there are significant nurseries in the sector, for example for Atlantic herring and capelin larvae.

Birds

The MPA region is recognized as a Waterfowl Gathering Area. Birds are part of the ecosystem and are indicators of the richness of the environment. The MPA being designated under the Oceans Act, there are no specific conservation measures for birds. The protection and monitoring of the avifauna are the responsibility of Environment Canada and Parks Canada.

Paleo-oceanographic study

A paleo-oceanographic study could be conducted on the sediment, by using production indicators (diatoms, dinoflagellates). Surface sediments could help characterize high production areas or,

surface permettraient de caractériser les zones de forte production ou, du moins, de sédimentation. De plus, l'analyse d'une carotte de sédiment permettrait de voir si la régulation des débits a modifié la productivité de ces milieux. Des otolithes de différentes périodes pourraient même être analysés pour détecter des changements de croissance des poissons. On peut aussi se servir des contaminants.

Pressions environnementales dans la ZPM

Hydroélectricité

- *pas de présentation, les impacts sont abordés lors des discussions*

Sédimentation et contaminants

- *présenté par Michel Lebeuf (DSOE – Contaminants et écotoxicologie)*

Plusieurs pressions environnementales touchent directement la ZPM et certaines sont liées à l'activité humaine sur le bassin versant. Il est important de pouvoir identifier et suivre ces pressions. Ce suivi des pressions peut se faire à partir des sédiments.

La dynamique des contaminants et de la matière organique dans un milieu de transition (d'eau douce à marin) a été expliquée. Les eaux douces des rivières apportent beaucoup de matière organique dissoute et de particules en suspension. Des contaminants de provenance naturelle ou anthropogénique sont associés à cette matière. Une floculation a lieu dans la zone de mélange, due aux changements de salinité et de pH. Les contaminants passent de dissous à solides en s'associant aux particules solides lors de la floculation. Avec le temps, ces particules se déplacent jusqu'à se retrouver dans une zone où les courants sont réduits, créant là une accumulation permanente des sédiments et des contaminants. Cette sédimentation permanente se fait généralement dès que les particules arrivent dans une zone plus profonde et moins dynamique.

À l'heure actuelle, les apports de contaminants et la dynamique des particules arrivant dans la ZPM sont peu connus. Une étude rétrospective de l'apport de contaminants persistants en utilisant des carottes de

at least, sedimentation areas. In addition, the analysis of a sediment core would allow to determine if the flow regulation has changed the productivity of these environments. Otoliths from different periods could be analyzed to determine growth changes in fish. Contaminants can also be used.

Environmental pressures in the MPA

Hydroelectricity

- *no presentation, the impacts were brought up during the discussions*

Sedimentation and contaminants

- *presented by Michel Lebeuf (OESB – Contaminants and ecotoxicology)*

Several environmental pressures affect directly the MPA and some are linked to human activities on the catchment area. It is important to identify and monitor these pressures. The monitoring of the pressures can be done based on the sediments.

The dynamics of the contaminants and organic matter in a transitional environment (freshwater to marine) were explained. Freshwater from the rivers carries large amounts of dissolved organic matter and suspended particles. Natural or anthropogenic based contaminants are associated with this matter. Flocculation occurs in the mixing area due to salinity and pH changes. Contaminants shift from dissolved to solids when associating with solid particles during flocculation. Over time, these particles are displaced to an area where currents are reduced, creating there a permanent accumulation of sediments and contaminants. This permanent sedimentation usually happens as soon as the particles arrive in a deeper and less dynamic area.

Currently, contaminant input and dynamics of the particles introduced into the MPA are not well known. A retrospective study of persistent contaminant input by using sediment cores would allow a better knowledge of the conditions. The

sédiments permettrait de mieux connaître la situation. L'analyse de carottes de sédiments permet de documenter les contaminants arrivés récemment des rivières, mais aussi de voir comment les activités effectuées sur le bassin versant dans le passé ont modifié le milieu marin.

Dans la baie des Anglais, à l'est de la ZPM, une usine utilisant des BPC constituait une source ponctuelle de contaminants. L'analyse de sédiments de surface a démontré des quantités importantes de contaminants près de la source. De plus, une carotte prélevée dans une zone de déposition permanente a permis de tracer un profil de l'évolution de cette contamination dans le temps. La baie des Anglais est contaminée jusqu'à une profondeur d'eau de presque 100 m. L'étude sur la contamination de la baie des Anglais montre que le secteur d'influence de la baie sur l'estuaire est assez circonscrit. Les contaminants de la baie des Anglais ne se retrouveraient pas dans la ZPM.

Les impacts des activités hydroélectriques sur la ZPM Manicouagan pourraient également être étudiés à partir des carottes de sédiments. En analysant les sédiments rejetés par des rivières harnachées et non harnachées, des changements en contaminants suite à l'installation des barrages peuvent être examinés. De plus, le harnachement des rivières fait en sorte que le mercure dans l'eau augmente temporairement de façon importante. Ce mercure se retrouve dans les sédiments et peut être utilisé comme traceur pour d'autres phénomènes reliés à l'usage du bassin versant.

Discussion

Comme les bassins de rétention des barrages hydroélectriques sont des zones de déposition, la quantité de sédiments descendant jusqu'à l'embouchure est moindre que dans des conditions naturelles. Mais il reste suffisamment de matières organiques pour pouvoir faire un suivi des contaminants.

La dynamique sédimentaire détermine jusqu'à quand on peut retourner dans le temps à partir d'une carotte de sédiment. Une certaine régularité est requise pour faire une étude rétrospective des apports. Certains composés chimiques, notamment le plomb 210,

analysis of sediment cores allows documenting the contaminants recently introduced from the rivers, but also to determine how the activities carried out in the past on the catchment area have modified the marine environment.

In the Baie des Anglais, east of the MPA, a plant using PCBs represented a point source of contaminants. The analysis of surface sediments showed significant amounts of contaminants near the source. In addition, a core taken from a permanent deposition area allowed plotting a profile of the evolution over time of this contamination. The Baie des Anglais is contaminated down to a water depth of almost 100 m. The contamination study of the Baie des Anglais revealed that the bay's influence range on the Estuary is relatively small. The contaminants from the Baie des Anglais are thus not likely to be found in the MPA.

The impacts of hydroelectric activities on the Manicouagan MPA could also be studied from sediment cores. With sediment analyses from harnessed and non-harnessed rivers, changes in contaminants following dam construction could be examined. In addition, harnessing of rivers causes mercury levels to rise significantly, but temporarily. This mercury ends up in the sediment and may serve as a tracer for other phenomena related to the use of the catchment area.

Discussion

Because the retention ponds of hydroelectric dams are deposition areas, the amount of sediment descending to the river mouth is smaller than under natural conditions. However, the amount of organic matter remains enough to monitor the contaminants.

The sedimentary dynamics determine how far back in time we can go based on a sediment core. Some regularity is required to conduct a retrospective study of the inputs. Certain chemical compounds, such as lead 210, allow sedimentation regularity of a core to be verified.

permettent de vérifier sur une carotte la régularité de la sédimentation.

La granulométrie fournit un bon indice pour identifier un secteur potentiel pour une étude rétrospective des sédiments. Les zones propices sont celles profondes où les sédiments sont très fins, car la remise en suspension et le déplacement des particules seront réduits. Un bon secteur possible serait la baie sous-marine : l'eau est profonde et les sédiments sont vaseux et très fins.

On peut profiter d'une zone comme celle de la ZPM pour faire une étude comparative entre des rivières avec différents degrés d'activités humaines. À l'intérieur même de la ZPM, des différences importantes existent entre les rivières au niveau des débits et des usages : les apports industriels du côté de la rivière Outardes sont moindres que ceux de la rivière Manicouagan.

L'approche proposée est efficace pour des composés ayant une grande affinité avec la matière organique ou les particules solides, mais ne fonctionne pas pour des composés solubles, qui passent directement dans l'eau.

L'impact potentiel de cette contamination n'a pas été abordé. L'effet des contaminants sur la productivité est une question pour les toxicologues.

Outils potentiels pour le suivi de la ZPM

Télé-détection

- *présenté par Pierre Larouche (DSOE – Sciences océaniques)*

Le suivi de la température de la couche superficielle de l'eau se fait facilement à l'aide de la télé-détection. Une base de données s'étendant sur plus de douze ans existe à l'échelle du golfe du Saint-Laurent. Celle-ci peut servir pour des secteurs particuliers comme la ZPM. La température peut indiquer des événements dans le milieu : des remontées d'eau, ayant une signature visible l'été, peuvent être caractérisées, et leur étendue et leur intensité évaluées. En hiver, il n'y a pas de trace ou de gradient thermique.

Pour la température, le capteur opérationnel de l'IML est NOAA avec une résolution d'un

Granulometry provides a good index when identifying a potential sector for a retrospective sediment study. Deeper areas with very fine sediment are appropriate because the resuspension and displacement of particles are reduced. A good potential sector would be the underwater bay: the water is deep and sediment is silty and very fine.

An area such as the MPA can be used to conduct a comparative study between rivers with different degrees of human activity. Within the MPA, there are significant differences between the rivers in terms of input and uses: industrial input to the Outardes River is less than for the Manicouagan River.

The proposed approach is effective for compounds with a good affinity to organic matter or solid particles, but does not work for soluble compounds, which pass directly into the water.

The potential impact of this contamination was not discussed. The effect of contaminants on productivity is an issue for toxicologists.

Potential tools for the MPA monitoring

Remote sensing

- *presented by Pierre Larouche (OESB – Ocean Sciences)*

Monitoring the temperature of the surface water layer is easy using remote sensing. A database with data extending over at least twelve years exists at the scale of the Gulf of St. Lawrence. These data can be used for specific regions such as the MPA. Temperature can indicate events in the environment: water upwellings, having a visible signature in summer, can be characterized, and their extent and intensity assessed. In winter, there is no trace or thermal gradient.

For temperature, the MLI's operational sensor is the NOAA with a resolution of one km, but

kilomètre, mais LANDSAT a également un capteur de température à 120 mètres de résolution. Par contre, les valeurs sont relatives, à moins d'obtenir des relevés sur le terrain. Il serait possible d'avoir une analyse à plus fine échelle à partir de cette source de données.

Le suivi de la salinité est fait grâce à une mesure indirecte de la salinité basée sur des matières organiques dissoutes colorées injectées par les rivières dans le milieu. Un algorithme relie la dilution de cette matière colorée à la salinité. Présentement, l'algorithme pour les rivières de la Côte-Nord n'existe pas. Il existe pour l'estuaire, mais est qualitatif, car il n'est pas étalonné pour les conditions de l'estuaire.

Les algorithmes pour le phytoplancton, adaptés pour l'estuaire, seraient prêts prochainement. La télédétection nous permettrait aussi de suivre les matières en suspension; des algorithmes peuvent être construits pour cet aspect.

La télédétection permet de suivre une panoplie de paramètres, dans le temps et dans l'espace. Par exemple, sur une image prise en 2005 par le satellite européen MERIS avec 250 ou 300 mètres de résolution, un bloom de phytoplancton, probablement de coccolithophores (petites algues calcaires), est visible dans la gyre d'Anticosti. Des taches blanches laiteuses s'étendent près de la ZPM. Les images satellitaires peuvent servir non seulement à quantifier mais aussi à qualifier le milieu, par exemple la fréquence et l'étendue d'un phénomène, sans nécessairement avoir une concentration en cellules par litre. Chacun des capteurs a des avantages qui pourraient être exploités pour suivre le milieu, dépendant des sujets visés. Pour les zostères, les images utiles seraient en haute résolution visible, avec SPOT, LANDSAT 30 mètres, IKONOS, etc. En ce qui concerne le radar (qui ne pénètre pas dans l'eau), il y a RADARSAT.

Discussion

En ce moment, la plus petite unité de travail en télédétection à l'IML est le golfe dans son ensemble. Mais il est possible de travailler à l'échelle de la ZPM, il faut simplement extraire l'information existante. Les images satellites utilisées à l'IML proviennent des capteurs

LANDSAT also has a temperature sensor with 120 m resolution. However, values are relative, unless field surveys are done. It would be possible to have a finer scale analysis from this data source.

Monitoring salinity is done using an indirect salinity measurement, based on dissolved organic matter injected by the rivers into the environment. An algorithm links the dilution of this coloured matter to salinity. Currently, the algorithm for the North Shore rivers does not exist. There is one for the Estuary, but it is qualitative because it has not been calibrated for conditions in the Estuary.

Algorithms for the phytoplankton, adapted for the Estuary, should be ready soon. Remote sensing would also allow suspended matter to be monitored; algorithms can be developed for this aspect.

Remote sensing allows monitoring a range of parameters in time and space. For example, on an image taken in 2005 by the European satellite MERIS with 250 or 300 m resolution, a phytoplankton bloom, probably coccolithophores (small calcareous algae), is visible in the Anticosti gyre. Milky white stains reach near the MPA. Satellite images can be used not only to quantify, but also to qualify the environment, for example the frequency and range of a phenomenon, without necessarily having a concentration in cells per litre. Each sensing device has some advantages, which could be exploited for monitoring the environment, depending on the subject in question. For eelgrass, the images that would be most useful are in high visible resolution, with SPOT, LANDSAT 30 meters, IKONOS, etc. For the radar imaging (that does not penetrate water), there is RADARSAT.

Discussion

At this moment, the smallest remote sensing work unit at the MLI is the entire Gulf. Nevertheless, it is possible to work at the level of the MPA by extracting existing information. The satellite images used at the MLI are from the NOAA, SeaWifs, MODIS, LANDSAT sensors. However,

NOAA, SeaWiFS, MODIS, LANDSAT. Toutefois, 30 à 40 satellites sont actuellement en orbite. Dans certains cas, les images sont gratuites, mais le traitement reste à faire et la main-d'œuvre qualifiée pour interpréter les données est difficile à trouver.

Ce genre d'images peut aider à comprendre le contexte général (le milieu physique) de la production dans la ZPM. Des particules trouvées dans les sédiments ne documentent pas nécessairement une production locale ; il faut faire attention à l'interprétation. Des études fondamentales sur les processus doivent être faites. En ce qui concerne les eaux douces, une campagne de mesures pour caractériser les rivières et la dispersion du panache est nécessaire pour valider les photos satellites et les transformer en un produit utilisable. Il est important de connaître l'étendue du panache, entre autres pour bien positionner une étude sur des carottes de sédiments.

Selon la direction choisie pour un plan de suivi, la télédétection pourrait très bien faire partie d'une panoplie d'outils dans un programme multidisciplinaire. Dans ce sens, il est intéressant de connaître les possibilités et le potentiel de la télédétection. Un catalogue des outils potentiels en matière d'images satellitaires permettrait à l'équipe de la ZPM de choisir en fonction des besoins.

L'outil de télédétection pourrait être utile notamment comme indicateur contextuel. Avec ces images, on peut relier un changement d'un indicateur biologique à, par exemple, la température ou la salinité. Cet outil pourrait, éventuellement, aider à comprendre les changements observés pour un indicateur biologique sans avoir mesuré *in situ* tous ces paramètres de base au moment du changement.

Hydroacoustique

- *présenté en avant-midi dans « zooplancton – aspect spatial ».*

Base de données et cartographie de l'habitat benthique

- *présenté par Jean Munro (DSOE – Sciences de l'habitat)*

Le Service hydrographique du Canada, le

30-40 satellites are currently in orbit. In some cases, the images are free, but processing of the images is needed, and qualified labour for interpreting the data is hard to find.

This type of images helps understand the overall context (the physical environment) of the production in the MPA. Particles found in sediment do not necessarily document a local production; caution is necessary during interpretation. Fundamental studies of the processes must be carried out. With respect to freshwater, a measuring campaign to characterize the rivers and the plume's dispersal range is necessary to validate the satellite pictures and transform them into a usable product. It is relevant to know the plume range, among other things to be able to position correctly a study on sediment cores.

According to the direction chosen for a monitoring plan, remote sensing could very well be one of an array of tools in a multidisciplinary program. It would be interesting to know the possibilities and potential of remote sensing. A catalogue of potential tools in terms of satellite images would help the MPA team chose according to its needs.

The remote sensing tool could be useful as a contextual indicator. With these images, a change in a biological indicator may be linked to, for example, temperature or salinity. This tool could eventually help understand the changes observed for a biological indicator without having measured *in situ* all these basic parameters at the time of the change.

Hydroacoustics

- *presented in the morning in “zooplankton – spatial aspect”.*

Database and mapping of the benthic habitat

- *presented by Jean Munro (OESB – Habitat Sciences)*

The Canadian Hydrographic Service, the

ministère des Ressources Naturelles et le MPO ont entrepris une initiative pour modéliser l'habitat benthique du secteur de la ZPM Manicouagan. Ce secteur a été choisi comme site à l'étude, vu l'existence d'une image multifaisceaux pour toutes les profondeurs. Cela permet la création d'une grille de profondeurs à une échelle plus fine, la profondeur étant une des couches considérées dans la cartographie de l'habitat benthique. D'autres couches de données pour la création de modèles statiques de l'habitat benthique sont : une couche sismique, une couche de sédiments, de courants et, éventuellement, de la quantité d'énergie venant de la surface.

Le modèle de Kostylev (Kostylev et al. 2001) serait utilisé pour estimer, pour des secteurs donnés dans la ZPM, le degré de stabilité et le degré de productivité. Différents types d'habitat se distribuent entre ces axes. De plus, les couches d'information peuvent servir à d'autres utilisateurs et pour d'autres modèles. Par exemple, un modèle de courants à une échelle plus fine et un modèle pour la production primaire pourraient se faire, ainsi qu'une modélisation dynamique (NDLR : Le projet a été temporairement suspendu en raison des ressources limitées).

Dans le cadre de ce projet, un échantillonnage sur 48 stations a été réalisé dans la ZPM en 2006. Pour chaque station, un échantillon d'endobenthos et une trentaine de photos du fond marin ont permis de quantifier le benthos. Cette information peut constituer la base pour un suivi ou pour une modélisation.

Recommandations pour le suivi et la recherche dans la ZPM

Suivi

La mise en place d'un plan de suivi écologique vise à évaluer l'efficacité des mesures de gestion et l'atteinte des objectifs de conservation de la ZPM. Un des objectifs généraux de la ZPM est de maintenir la productivité.

Évidemment, il n'est pas possible de suivre toutes les composantes de l'écosystème. Les participants étaient d'accord que le suivi doit surtout viser des aspects de la productivité à l'échelle de la ZPM, et sur lesquels les

Department of Natural Resources and the DFO have begun an initiative to model the benthic habitat of the Manicouagan MPA sector. This area was chosen as the study site because of the existence of a multibeam image for all depths. This allows a finer scaled depth grid to be created; depth being one of the layers considered in the benthic habitat mapping. Other data layers for creating statistical models for the benthic habitat include: a seismic layer, a sediment layer, a current layer and, eventually, a layer expressing the amount of energy coming from the surface.

The Kostylev model (Kostylev et al. 2001) would be used to estimate, for given zones in the MPA, the degree of stability and the degree of productivity. Various habitat types are distributed between these axes. In addition, the information layers can serve the purposes of other users and in other models. For example, a model of the currents at a finer scale and a primary production model could be made, as well as a dynamic model (editors' note: The project has been temporarily suspended due to limited resources).

As a part of this project, sampling at 48 stations has been carried out in the MPA in 2006. For each station, a sample of the endobenthos and about 30 pictures of the seabed allowed the benthos to be quantified. This information can represent the basis for monitoring or for modeling.

Recommendations for the monitoring and research in the MPA

Monitoring

The implementation of an ecological monitoring plan aims at assessing the effectiveness of the management measures and the achievement of the conservation objectives of the MPA. One of the overall objectives of the MPA is to maintain productivity.

Obviously, it is impossible to monitor all the components in the ecosystem. The participants agreed that monitoring primarily must aim at productivity aspects at the scale of the MPA, and on which MPA management has a certain control.

gestionnaires de la ZPM ont un certain contrôle. Le suivi doit donc être lié au potentiel de gestion, ainsi qu'aux pressions environnementales prédominantes dans le secteur et leurs impacts sur l'écosystème. La plupart des pressions se produit près de la côte où un certain contrôle est possible, par exemple, sur la régulation des débits d'eaux douces, la concentration de contaminants dans les rivières ou la dégradation des zostères.

Les productions primaire et secondaire qui s'accumulent dans la ZPM provient en grande partie de l'estuaire. La ZPM ne permet aucun contrôle sur ces productions. Les experts ont souligné qu'il faut distinguer la production locale de la production extérieure. Cette dernière peut entrer dans la chaîne alimentaire et contribuer à la production locale mais peut en sortir aussi rapidement.

Les participants ont soutenu que les organismes produits dans le milieu (ex. : algues toxiques, zostères) devraient être ciblés pour suivre la productivité du milieu. Aussi, les productions benthique et pélagique doivent être regardées séparément. Contrairement aux espèces pélagiques, les organismes sédentaires peuvent être suivis facilement et sont soumis constamment aux conditions propres à la ZPM.

Techniquement, la zone intertidale ne fait pas partie de la ZPM, mais un consensus a été obtenu pour inclure cette zone dans le suivi de la ZPM, parce qu'elle est productive et fait partie intégrante du système.

Indicateurs

Aucun indicateur précis n'a été identifié par les experts, étant donné le manque de données océanographiques provenant de la ZPM. Un participant avance que des indicateurs servant simplement à jauger l'état du système peuvent être utiles, même si la compréhension du système est incomplète. Par exemple, l'étendue des herbiers de zostères peut être suivie et servir d'indicateur d'état, sans qu'on connaisse tous les facteurs la contrôlant. Ces facteurs doivent être connus seulement si l'on veut déterminer le développement des herbiers, par exemple, si on vise un objectif de restauration. Aussi, une évaluation annuelle de la biomasse de la mye commune

Therefore, monitoring must be linked to management potential as well as to the predominant environmental pressures in the area and their impacts on the ecosystem. Most of the pressures occur near the coast, where a certain degree of control is possible, for example, on the regulation of freshwater flow, the concentration of contaminants in the rivers or the degradation of eelgrass.

The primary and secondary production that accumulates in the MPA comes mostly from the Estuary. The MPA does not permit any control on this production. Experts noted that local production should be distinguished from outside production. The latter can enter the food chain and contribute to the local production, but can exit just as fast.

The participants argued that the organisms produced within the area (e.g. toxic algae, eelgrass) should be targeted in order to monitor the area's productivity. Moreover, benthic and pelagic production should be observed separately. As opposed to pelagic species, sedentary organisms can be monitored easily and are constantly subjected to MPA conditions.

Technically, the intertidal area is not part of the MPA, but consensus was attained as to include this area in the MPA monitoring, because it is a productive and integral part of the system.

Indicators

The experts, given the lack of oceanographic data from the MPA, have identified no specific indicator. A participant advanced that indicators used only to assess the system's status could be useful, even though information on the system is incomplete. For example, the extent of eelgrass beds can be monitored and used as a status indicator, without knowing every factor that controls it. These factors must be understood only to determine the development of eelgrass, for example, if there is a restoration objective. In addition, an annual softshell clam biomass assessment would help monitor the clam beds. Control plots within the MPA would be necessary.

permettrait de suivre l'évolution des bancs. Des parcelles témoins à l'intérieur de la ZPM seraient nécessaires.

Il serait également possible d'effectuer un relevé photographique de la surface du sédiment à tous les trois ou quatre ans, afin de détecter des changements au niveau de sa structure et sa composition. À une profondeur plus grande, certains organismes sédentaires, comme les anémones, pourront être ciblées pour un suivi.

Projets de recherche

L'influence des débits d'eau douce sur l'écosystème de la ZPM, notamment l'impact du mode de régulation des débits aux barrages hydroélectriques, est un sujet de recherche multidisciplinaire à mettre de l'avant. Une meilleure pratique d'utilisation devrait tenir compte de plusieurs éléments. Parmi ceux-ci, l'impact des débits sur la production de phytoplancton et sur les estuaires de rivières, notamment concernant le front salin dont plusieurs espèces dépendent, sont déterminants. Il faudrait connaître les débits optimaux pour différentes utilisations et différentes formes de production dans le système.

Un programme de recherche sur les impacts des débits d'eau douce sur la production biologique est en développement au sein du CHIF (Centre d'expertise sur l'hydroélectricité et ses impacts sur le poisson et l'habitat du poisson). La ZPM semble une zone particulièrement intéressante pour ce genre de programme, qui pourrait être multidisciplinaire si des organisations à l'interne et à l'externe souhaitent s'impliquer.

L'importance pour la ZPM des apports d'eau douce des trois rivières par rapport à celui du fleuve du Saint-Laurent devrait être évaluée, ainsi que leurs influences respectives sur la productivité. Cela permettrait de faire des recommandations sur les débits en fonction des saisons. Pour les rivières régulées, il est possible d'instaurer un débit minimum réservé, tandis que le débit du fleuve du Saint-Laurent est encore largement naturel.

Les statistiques sur les débits peuvent être réexaminées afin de décrire les débits de ces

It would also be possible to perform a photographic sampling of the sediment surface every three or four years in order to detect changes in its structure and composition. At greater depth, certain sedentary organisms, like anemones, could be chosen for monitoring.

Research projects

The influence of freshwater flow rates on the ecosystem in the MPA, particularly the impact of the flow rate regulation mode at the hydroelectric dams, is a multidisciplinary research topic to bring forward. An improved practical procedure should consider several elements: the impact of flow rate on phytoplankton production and on river estuaries, particularly the saline front, on which several species rely. It would be important to know the optimal flow rate for various uses and different forms of production in the system.

A research program on the impacts of freshwater discharge on biological production is under development at the CHIF (Center of expertise on hydropower impacts on fish and fish habitat). The MPA appears to be an area of particular interest for this type of program, which could be multidisciplinary if internal and external organizations wish to get involved.

The importance to the MPA of the freshwater discharge from the three rivers compared to that of the St. Lawrence River should be evaluated, as well as their respective influence on productivity. This would allow recommendations on flow rates to be formulated, depending on the season. For regulated rivers, it is possible to introduce a controlled minimum flow rate, whereas the discharge from the St. Lawrence River is still mostly natural.

River flow statistics can be re-examined in order to describe river flow rate before and after

rivières avant et après harnachement. À court terme, on a suggéré de faire l'inventaire des programmes actuels de suivi de la qualité de l'eau dans les rivières de la ZPM (Hydro-Québec ou le Ministère du développement durable, de l'environnement et des parcs) : les variables mesurées, la fréquence des mesures et la façon de les mesurer devraient être examinées. Une évaluation de la pertinence de ces variables par rapport au milieu marin est requise ; il pourrait être nécessaire d'ajouter certaines variables aux programmes existants afin d'évaluer les impacts sur le milieu marin. Il serait également souhaitable d'amener toutes les unités de production sur une base commune afin de comparer correctement les différents types de production.

On a proposé également une étude pour connaître l'influence des apports de la rivière sur la zone côtière, les processus biogéochimiques, la déposition et les sédiments dans la ZPM. L'échelle spatiale est gérable (pas trop grande), et la ZPM est accessible pour les chercheurs de l'IML, c.-à-d. que les coûts seraient raisonnables.

Plusieurs participants ont recommandé de faire des bilans d'échanges de sels nutritifs et de masses d'eau entre la ZPM et le milieu environnant, notamment en lien avec les débits des rivières. Un tel exercice évalue l'état actuel de l'importance de l'apport des rivières et donne une idée de la contribution des rivières à la production. Le lien entre les sels nutritifs et la productivité est étroit. Les experts ont recommandé de commencer la description de la ZPM avec les données déjà disponibles, comme les sels nutritifs, la salinité, la température, la granulométrie, le benthos. Ces bilans peuvent ensuite être comparés, par exemple, à des images satellitaires démontrant l'étendue du panache des rivières, c.-à-d. la zone d'influence des rivières.

Une modélisation physique à fine échelle serait un bon début pour caractériser la dynamique des masses d'eau, entre autres pour vérifier l'existence d'une recirculation dans la baie sous-marine. Une modélisation permettrait d'évaluer si c'est l'influence de l'estuaire ou celle des rivières qui domine dans le secteur, et s'il faut considérer la zone

harnessing. On the short term, it was suggested that an inventory be done of current water quality monitoring programs on the MPA rivers (Hydro-Québec or the *Ministère du développement durable, de l'environnement et des parcs*): the variables measured, the frequency of the measurements and the way they are measured should be examined. An assessment of the relevance of these variables with respect to the marine environment is required; it might be necessary to add certain variables to the existing programs in order to evaluate impacts on the marine environment. It would also be desirable to bring the various production units into a common framework in order to compare correctly the different types of production.

A proposal was made for a study in order to know the influence of river flows on the coastal area, the biogeochemical processes, the deposition and the sediments in the MPA. The spatial scale is manageable (not too big), and the MPA is accessible for MLI research scientists, which means that costs would be reasonable.

Several participants recommended that assessments be made of nutrient and water mass exchanges between the MPA and the surrounding areas, particularly in relation to river flow. This type of exercise assesses the current status of the importance of river flows and provides a good idea of river contribution to production. The relationship between nutrient salts and productivity is close. Experts recommended starting the description of the MPA with the already available data, such as nutrients, salinity, temperature, granulometry and benthos. These assessments can then be compared, for example, with satellite images showing the plume range from the rivers, *i.e.*, the influence range of the rivers.

A fine scale physical model would be a good start for characterizing the dynamics of the water masses, and among other things, for verifying the existence of recirculation in the underwater bay. Modeling would allow to determine whether the dominant influence in the area comes from the Estuary or from the rivers, and whether the pelagic zone should be considered for monitoring.

pélagique dans le cadre d'un suivi.

Une étude paléo-océanographique à partir des sédiments en utilisant des indicateurs de production permettrait d'une part de caractériser les zones de sédimentation et d'autre part de voir si la régulation des débits a modifié la productivité de ces milieux.

Une étude rétrospective de l'impact des activités humaines sur les bassins versants pourraient être effectuée à partir des carottes de sédiments. Un secteur potentiel serait la baie sous-marine. Différents degrés d'activités humaines sont associés aux rivières de la ZPM, ce qui donne la possibilité d'une étude comparative à l'intérieur même de la zone.

Conclusions de l'atelier 2

Les discussions ont permis d'émettre des hypothèses concernant la dynamique océanographique du secteur de la ZPM en lien avec la productivité. Les spécialistes ont identifié plusieurs processus physiques importants pour le fonctionnement du système, notamment le vent et les apports d'eau douce des rivières (tableau 3). De ces processus découle le phénomène des remontées d'eau profonde, qui amènent des nutriments à la surface et peuvent ramener des sédiments et des organismes vers la côte. Les eaux douces stabilisent également la colonne d'eau, favorisant la production primaire.

Plusieurs secteurs d'importance ont été suggérés, notamment la grande batture, la baie sous-marine et d'autres zones de déposition en eau profonde, ainsi que le talus littoral. Les courants vers la côte, en dessous de l'eau de surface, retiennent ou retournent les sédiments vers le rivage, permettant aux grandes battures de persister. Le secteur ouest de la ZPM, protégé des vents d'ouest, serait une région refuge pour les poissons juvéniles. La baie sous-marine semble être une zone de sédimentation de matière organique formant la base d'une chaîne de décomposition.

La ZPM constitue un berceau d'algues toxiques pour l'estuaire. La grande abondance de mollusques filtreurs près des estuaires s'explique probablement par les volumes

A paleo-oceanographic study using production indicators found in sediments would permit characterizing the sedimentation areas and determine whether regulating flow rates has changed the productivity in these areas.

A retrospective study of the impact of human activities on the drainage basins could be conducted using sediment cores. A potential zone would be the underwater bay. Various degrees of human activities are associated with the rivers in the MPA, which gives the possibility of conducting a comparative study within the area.

Conclusions from workshop 2

The discussions allowed hypotheses to be created about the oceanographic dynamics in the MPA region in relation to productivity. Specialists have identified several significant physical processes for the functioning of the system, such as wind and freshwater flows from rivers (Table 3). The deep water upwellings, which carry nutrients to the surface and which may bring sediments and organisms back towards the coast, result from these processes. The freshwater also stabilizes the water column, thus stimulating primary production.

Several areas of importance were suggested, such as the wide foreshore, the underwater bay and other deepwater deposition areas, as well as the littoral slope. Coastal currents, under the surface waters, retain or return sediment towards the shoreline, allowing the foreshore to persist. The western sector of the MPA, protected against westerly winds, is likely a refuge area for juvenile fish. The underwater bay appears to be an area of sedimentation of organic matter, forming the basis of a decomposition chain.

The MPA represents a cradle for toxic algae in the Estuary. The high abundance of filterfeeding molluscs near the estuaries can probably be explained by the freshwater discharge and the

d'eau douce et la quantité de matières organiques particulaires provenant des rivières. Les herbiers de zostères et les marais salés ont été qualifiés d'importants pour la productivité du secteur. L'abondance de très jeunes stades de poissons a également été notée.

Les pressions environnementales exercées sur les composantes clés ont été considérées. Les contaminants, la régulation des débits d'eau douce par les barrages hydroélectriques et la pêche ont notamment été mentionnés, ainsi que d'autres activités exercées près de la côte (écotourisme, VTT).

De manière générale, une approche écosystémique a été préconisée pour la gestion et le suivi de la ZPM. En ce qui concerne la productivité, les aspects à considérer pour ce suivi doivent être à l'échelle de la ZPM et assujettis à un certain contrôle par les gestionnaires de la ZPM et liés aux pressions environnementales et aux mesures de gestion.

La plupart des impacts se produisent près de la côte. Malgré le fait que la zone intertidale ne fait pas partie de la ZPM, les participants sont d'avis qu'il faudrait tout de même l'inclure dans le suivi de la ZPM, vue son importance biologique. La production locale doit être distinguée de la production provenant de l'extérieur. Un consensus a été établi sur la nécessité de suivre les organismes produits dans le milieu (ex. : algues toxiques, zostères), surtout des organismes sédentaires, constamment soumis aux conditions propres à la ZPM (par exemple : mollusques, anémones).

many organic particles coming from the rivers. The eelgrass beds and salt marshes are considered important for productivity in the area. The abundance of very young fish stages was also noted.

The environmental pressures on the key components were considered. Contaminants, freshwater flow regulation at hydroelectric dams and the fishery were mentioned, as well as other activities practiced near the coast (ecotourism, ATV).

Overall, the participants were in favour of an ecosystemic approach for the management and the monitoring of the MPA. For productivity, the aspects to be considered for the monitoring must be at the scale of the MPA and subject to some degree of control by MPA managers, and linked to environmental pressures and management measures.

Most of the impacts occur near the coast. Even though the intertidal area is not part of the MPA, participants agree that it should be included in the MPA monitoring because of its biological significance. Local production should be distinguished from production coming from outside the MPA. A consensus was established as to the need to monitor organisms produced within the area (e.g. toxic algae, eelgrass), especially sedentary organisms, which are constantly subjected to conditions specific to the MPA (e.g. molluscs, anemones).

Tableau 3. Composantes clés des écosystèmes dans la ZPM, identifiées lors de l'atelier sur la productivité et l'océanographie / Table 3. Key components of the ecosystems in the MPA, identified during the workshop on productivité and oceanography.

	Composantes clés	Key components
Processus principaux / <i>Principal processes</i>	Vents	<i>Wind</i>
	Apports d'eau douce (contrôlés)	<i>Freshwater flow (controlled)</i>
	Remontées d'eau profonde (vents, eaux douces)	<i>Deep water upwellings (wind, freshwater)</i>
	Recirculation (rétention d'organismes et de sédiments)	<i>Recirculation (organism and sediment retention)</i>
	Érosion (apport de sédiment)	<i>Erosion (sediment input)</i>
Secteurs importants / <i>Important sectors</i>	Batture	<i>Foreshore</i>
	Baie sous-marine	<i>Underwater bay</i>
	Talus littoral (recirculation)	<i>Littoral slope (recirculation)</i>
	Zones de déposition	<i>Deposition areas</i>
Composantes biologiques <i>/ Biological components</i>	Algues toxiques	<i>Toxic algae</i>
	Herbiers de zostères (exportation de matière organique, abri)	<i>Eelgrass beds (export of organic matter, shelter)</i>
	Marais salés (exportation de matière organique)	<i>Salt marshes (export of organic matter)</i>
	Mollusques	<i>Molluscs</i>
	Poissons juvéniles	<i>Juvenile fish</i>

Plusieurs projets de recherche, d'envergure plus au moins importante, ont été identifiés (tableau 4). Ces projets peuvent être regroupés en trois catégories : modélisation, bilans de données existantes et recherche sur le terrain.

Several research projects of different scope were identified (Table 4). These projects can be grouped according to three categories: modeling, assessments based on existing data and research in the field.

Tableau 4. Projets de recherche identifiés lors de l'atelier sur la productivité et l'océanographie dans la ZPM Manicouagan / Table 4. Research projects identified during the workshop on productivity and oceanography in the Manicouagan MPA

Description des projets	Project descriptions
<p>Modélisation</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modélisation physique à fine échelle pour comprendre la dynamique des masses d'eau, et des modèles de production à une résolution plus fine et plus adaptée aux milieux côtiers. • Modélisation des habitats benthiques (modèle Kostylev) pour estimer les degrés de stabilité et de productivité pour des secteurs donnés dans la ZPM. <p>Bilans – données existantes</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bilans d'échanges de sels nutritifs et de masses d'eau entre la ZPM et le milieu environnant, notamment en lien avec les débits des rivières (sels nutritifs, matière organique, salinité, température). Établir des liens avec la distribution de la granulométrie, du benthos, des panaches des rivières, etc., et évaluer l'importance des apports des rivières par rapport à celui du fleuve du Saint-Laurent et leur influence respective sur la productivité dans la ZPM. • Analyse des statistiques sur les débits afin de décrire les débits des rivières de la ZPM avant et après harnachement. • Inventaire des variables des programmes actuels de suivi de la qualité de l'eau dans les rivières de la ZPM. • Analyse détaillée de données de réflectivité du fond et validation de la classification des sédiments du SHC. • Analyse des remontées d'eau froide à l'échelle de la ZPM à partir de bases de données existantes en télédétection (plus de 10 ans de données). • Développement de l'indice de condition du krill, en relation avec notamment la salinité, pour les stations près de la ZPM. <p>Recherche sur le terrain</p> <ul style="list-style-type: none"> • Campagne de mesures pour caractériser les rivières et la dispersion du panache pour valider les photos satellites. • Développement d'un algorithme de correction pour la matière jaune afin d'utiliser l'information des images satellitaires pour estimer la productivité. 	<p>Modeling</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Fine scale modeling to understand the dynamics of water masses, and production models at finer resolution and better adapted to coastal areas.</i> • <i>Modeling of benthic habitats (Kostylev model) to estimate the degree of stability and productivity for given areas in the MPA.</i> <p>Assessments – existing data</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Assessments of nutrient and water mass exchanges between the MPA and the surrounding area, especially in relation to river discharge (nutrients, organic matter, salinity, temperature). Establish links with the distribution of granulometry, benthos, river plumes, etc., and evaluate the significance of the river flows compared to the St. Lawrence River flow and their influence on productivity in the MPA.</i> • <i>Analysis of flow statistics to describe river discharge in the MPA before and after harnessing.</i> • <i>Inventory of current water quality monitoring program variables in MPA rivers.</i> • <i>Detailed analysis of reflectivity data and validation of the sediment classification of the CHS.</i> • <i>Analysis of cold water upwellings at the scale of the MPA using existing remote sensing databases (over ten years of data).</i> • <i>Development of the krill condition index, particularly in relation to salinity for the stations near the MPA.</i> <p>Research in the field</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Measurement campaign to characterize the rivers and the plume dispersal in order to validate the satellite photos.</i> • <i>Develop a correction algorithm for yellow matter to exploit the information from satellite images to estimate productivity.</i>

Tableau 4. (suite) / Table 4. (continued)

Description des projets	Project descriptions
<ul style="list-style-type: none"> • Programme de recherche sur les impacts des débits d'eau douce sur la production biologique en milieu marin (au CHIP). • Influence des apports des rivières sur la zone côtière, les processus biogéochimiques, la déposition et les sédiments. • Impact du mode de régulation des débits aux barrages hydroélectriques sur les estuaires de rivières, notamment le front salin dont plusieurs espèces dépendent. • Étude rétrospective des contaminants à partir des carottes de sédiment permettant de caractériser l'utilisation des bassins versants. L'étude peut comparer des rivières affectées à différents degrés par des activités humaines à l'intérieur même de la ZPM. • Étude paléo-océanographique à partir d'indicateurs de production présents dans le sédiment permettant de caractériser les zones de sédimentation et d'évaluer l'effet de la régulation des débits sur la productivité des milieux de la ZPM. • Importance des algues benthiques dans le secteur de la ZPM. • Étude pour évaluer si les stations existantes de monitoring du zooplancton sont représentatives pour la ZPM, comprenant des prélèvements d'échantillons et des relevés hydroacoustiques. 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Research program on the impacts of freshwater discharge on biological production in marine environment (at CHIP).</i> • <i>Influence of river flows on the coastal area, biogeochemical processes, deposition and sediments.</i> • <i>Impact of flow regulation mode at hydroelectric dams on river estuaries, particularly the saline front on which several species depend.</i> • <i>Retrospective study of contaminants using sediment cores allowing the use of catchment areas to be characterized. The study can compare rivers affected at different degrees by human activities, all within the MPA.</i> • <i>A paleo-oceanographic study using production indicators found in the sediment allowing to characterize the sedimentation areas and to assess the effect of river flow regulation on the productivity of the MPA environments.</i> • <i>Importance of benthic algae in the area of the MPA.</i> • <i>Study to determine whether the existing zooplankton monitoring stations are representative of the MPA, including sampling and hydroacoustic surveys.</i>

L'atelier de travail a permis d'atteindre l'objectif concernant l'identification des composantes clés pour la productivité et les processus océanographiques. Tel que précisé plus tôt, il s'agit le plus souvent d'hypothèses émises par les experts, car les données sont rares. Des projets de recherche permettront à l'équipe de la ZPM d'obtenir une meilleure connaissance du secteur, en comblant les manques reconnus par les spécialistes du domaine de la bio-océanographie.

The workshop was successful in reaching the objective on identification of key components for productivity and oceanographic processes. As indicated earlier, these were most often hypotheses given by the experts, since specific data are rare. Research projects will allow the MPA team to increase their knowledge of the area by addressing the lack of information identified by the bio-oceanographic specialists.

ATELIER 3 :
DIVERSITÉ BIOLOGIQUE
Le 7 mars 2007

Les objectifs du présent atelier sont de 1) caractériser la diversité biologique de la ZPM, 2) identifier les composantes clés de cette diversité, 3) cerner les composantes les plus affectées par les pressions environnementales et 4) identifier les connaissances à acquérir. Des scientifiques s'intéressant à divers aspects de la diversité biologique ou à des pressions affectant l'écosystème ont composé la présente table d'expertise (voir annexe 2).

Des rencontres individuelles ont eu lieu avant l'atelier pour informer les participants du contexte et l'historique du projet de ZPM et des étapes réalisés, notamment l'élaboration du cadre de suivi (Mark et al. 2006). En première partie de l'atelier, les spécialistes ont présenté les connaissances actuelles sur divers éléments de la diversité biologique dans l'estuaire ou dans la ZPM. En deuxième partie, une discussion basée sur les informations présentées visait à identifier des composantes clés de la diversité biologique dans la ZPM, en termes de secteurs, communautés biologiques ou espèces. Aussi, l'impact possible de certaines pressions environnementales sur ces composantes a été abordé. Finalement, des outils potentiels pour un suivi ont été présentés par des experts du domaine en question. L'ordre du jour figure à l'annexe 1.

**Caractérisation de la diversité
biologique**

Invertébrés benthiques dans l'estuaire et le golfe

- présenté par Denis Chabot (DSHA)

L'information a été tirée d'un rapport sur la distribution des invertébrés benthiques dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent (Chabot et al. 2007). Cette étude a servi à choisir des zones d'importance écologique et biologique (ZIEB) dans le cadre de l'initiative de Gestion intégrée du golfe du Saint-Laurent. La distribution de taxons d'invertébrés benthiques a été déterminée à partir des bases de données existantes. Les données présentées couvrent l'estuaire maritime.

WORKSHOP 3:
BIOLOGICAL DIVERSITY
March 7, 2007

The objectives of the present workshop are to 1) characterize the biological diversity of the MPA, 2) identify the key components of this diversity, 3) identify the components mostly affected by the environmental pressures and 4) identify the knowledge to be acquired. The scientists that composed this expertise table (see Appendix 2) are interested in various aspects of biological diversity or in the pressures affecting the ecosystem.

Individual meetings were held prior to the workshop to inform the participants on the context and history of the MPA project, as well as steps taken so far; particularly the development of the monitoring framework (Mark et al. 2006). In the first part of the workshop, the specialists presented current knowledge of the different biological diversity elements in the Estuary or in the MPA. Secondly, a discussion based on the information presented was aiming at identifying key biological diversity components in the MPA, in terms of areas, biological communities or species. In addition, the possible impacts of certain environmental pressures on these components were also discussed. Finally, experts from the relevant fields presented potential monitoring tools. The agenda is presented in Appendix 1.

**Characterization of the biological
diversity**

Benthic invertebrates in the Estuary and Gulf

- presented by Denis Chabot (FAD)

The information was taken from a report on benthic invertebrate distribution in the Estuary and Gulf of St. Lawrence (Chabot et al. 2007). The latter study was used to select ecological and biological significant areas (EBSA) within the framework of the Gulf of St. Lawrence Integrated Management initiative. The distribution of benthic invertebrate taxa was determined using existing databases. The data presented cover the maritime estuary.

Les données qui ont servi à cette étude proviennent surtout des missions de recherche sur les poissons démersaux du navire CCGS Teleost et des relevés scientifiques sur les crabes, pétoncles, mactres, buccins et myes. Des échantillons de contenus stomacaux de turbots donnent une bonne couverture géographique en eau profonde. Les relevés côtiers sont peu abondants et ont peu servi pour l'étude. Par contre, ces données, dont certaines sont non traitées, pourraient être intéressantes pour la ZPM. Elles pourraient permettre de comparer la ZPM avec d'autres secteurs sur la Côte-Nord. Il s'agit de données sur les espèces accessoires, capturées lors des relevés scientifiques mentionnées plus haut.

Les taxons inclus dans l'étude sont les coraux mous, les anémones, les éponges, les ascidies, un mysidacé, quelques échinodermes (étoiles de mer, gorgonocéphales, ophiures, oursins, concombres de mer), des mollusques (buccins, deux espèces de pétoncles, deux espèces de mactres, mye), des céphalopodes (encornet rouge nordique, sépiole et poulpe), des crevettes et des crabes (crabe des neiges, deux espèces de crabes lyres, crabe épineux, pagures). L'occurrence d'une espèce est représentée par un indice d'abondance normalisé par bloc de dix par dix kilomètres.

Dans la ZPM, il y a des zones d'abondance élevée de crabes des neiges (voir annexe 8), ainsi que de crabes lyres (arctique et araignée), d'ailleurs abondants dans l'ensemble de l'estuaire. La distribution du crabe lyre arctique semble plus large que celle du crabe lyre araignée. Dans la partie est de la ZPM, des buccins sont présents à des concentrations élevées. Des abondances importantes de pétoncles d'Islande se trouvent à l'est de la ZPM. Plusieurs des échantillons de mactre de Stimpson dans la ZPM possèdent les plus hautes abondances de tous les échantillons pour le nord du golfe et l'estuaire. La mye est également présente (NDLR : en termes de superficie, la grande batture sableuse dans la ZPM forme le plus grand banc coquillier de la Côte-Nord (Naturam 1999)). Le crabe épineux, une espèce d'eau plus profonde, se trouve au pourtour de la ZPM. Le poulpe boréal est présent sur le pourtour de la ZPM, de même que *Boreomysis arctica*, un mysidacé d'eau profonde, tout comme son prédateur, le turbot.

The data used for this study stem mostly from research missions on demersal fish by the CCGS Teleost and from scientific surveys on crabs, scallops, surfclams, whelks and softshell clams. Turbot stomach content samples provide good geographic coverage in deep water. Coastal measurements are not very abundant and were hardly used in this study. However, these data, some of which have not been processed, could be interesting for the MPA. It could be used to compare the MPA with other areas on the North Shore. These are data on the by-catch species, caught during the scientific surveys mentioned above.

The taxa included in the study are soft corals, anemones, sponges, ascidians, a mysid, a few echinoderms (starfish, basket stars, brittle stars, sea urchins, sea cucumbers), molluscs (whelks, two scallop species, two surfclam species, softshell clams), cephalopods (northern shortfin squid, bobtail squid and octopus), shrimps and crabs (snow crab, lyre and toad crab, spiny crab, hermit crab). The frequency of a species is indicated by an standardized abundance index per block of 10X10 km.

In the MPA, there are high abundance areas for snow crab (see Appendix 8), as well as for lyre and toad crab, abundant throughout the Estuary. The range of Arctic lyre crab appears to be wider than the range of the toad crab. In the eastern part of the MPA, whelk is present in elevated concentrations. High abundances of Icelandic scallop are found eastward in the MPA. Several samples in the MPA containing Stimpson's surfclam show the highest surfclam abundances of all samples in the northern Gulf and the Estuary. Softshell clams are also present (editors' note: in terms of area, the sandy foreshore in the MPA holds the largest clam bed on the North Shore (Naturam 1999)). Spiny crab, a species occurring at greater depths, is found at the edge of the MPA, as well as *Boreomysis arctica*, a deepwater mysid, just like its predator, Greenland halibut. For the other species examined during this study, their presence in the coastal area is unknown, owing to the lack of samples.

Pour les autres espèces examinées dans cette étude, leur présence dans la zone côtière est inconnue, faute d'échantillons.

La taxonomie est peu poussée pour la plupart des taxons. De plus, les taxons d'importance commerciale sont privilégiés dans ces échantillonnages, créant un biais. Autour de 50 taxons sont utilisés dans le rapport. Le travail de Brunel et al. (1998) identifie plus de 2100 taxons d'invertébrés benthiques pour l'estuaire et le golfe. Le pourcentage des espèces couvertes par la présente étude est donc d'environ 0,02 %.

Benthos dans la baie Sainte-Marguerite *- présenté par Bernard Sainte-Marie (DSHA)*

La baie Sainte-Marguerite est située sur la Côte-Nord, à l'ouest de la baie de Sept-Îles. La baie Sainte-Marguerite possède presque tous les reliefs de fond trouvés dans l'estuaire et le golfe : une embouchure de rivière avec un delta sablonneux évoluant vers une vase très fine, une falaise rocheuse des deux côtés de la baie allant jusqu'à environ 20-30 m de profondeur, ainsi qu'une zone rocheuse.

Depuis 1988, le crabe des neiges est suivi intensivement dans cette zone à l'aide d'un relevé au chalut à perche. Le relevé couvre toutes les profondeurs de 4 à 200 m. Il est de type stratifié aléatoire avec cinq strates de profondeur et, en général, cinq stations positionnées au hasard à l'intérieur de chaque strate. Le suivi comprend l'abondance, la structure de taille, le succès reproducteur et la diversité génétique du crabe des neiges. Depuis 2006, d'autres espèces démersales sont également considérées dans le relevé (selon l'approche écosystémique). Le chalut à perche a une chaîne débusqueuse qui travaille le sédiment jusqu'à 3-4 cm de profondeur. Les organismes plus légers sont propulsés dans une poche doublée d'une maille de 17 mm retenant les organismes d'une taille supérieure à 5-10 mm. En 2006, 25 traits de chalut d'une durée de cinq à dix minutes ont été réalisés. Un total de 32 espèces de poissons démersaux et 16 espèces de crevettes ont été capturées, en plus de plusieurs autres espèces d'invertébrés identifiées. La superficie échantillonnée (200 km²) est du même ordre que la taille de la ZPM.

Le chalut à perche ne permet pas de bien

The taxonomy is not very developed for most taxa. In addition, the commercially significant taxa were privileged in these sampling campaigns, creating a bias. About 50 taxa were used in the report. The work conducted by Brunel et al. (1998) identifies over 2,100 benthic invertebrate taxa in the Estuary and Gulf. The percentage of species covered by the present study is thus about 0.02%.

Benthos in Sainte-Marguerite Bay *- presented by Bernard Sainte-Marie (FAD)*

Sainte-Marguerite Bay is located on the North Shore, west of Sept-Îles Bay. Sainte-Marguerite Bay has almost all the seabed relief features found in the Estuary and Gulf: a river mouth with a sandy delta leading to very fine silt, a rocky cliff on both sides of the bay down to 20-30 m deep, as well as a rocky area.

Since 1988, snow crab is monitored intensely in the area by the means of beam trawl surveys. The survey covers all depths from 4-200 m. It is a random stratified type survey with five depth strata and, usually, five stations positioned randomly within each stratum. Snow crab abundance, size structure, reproductive success and genetic diversity are monitored. Since 2006, other demersal species are also considered in the survey (according to an ecosystem approach). The beam trawl has a tickler chain that works the sediment up to 3-4 cm deep. The lighter organisms are propelled into a pouch lined with 17 mm mesh that withholds the organisms larger than 5-10 mm. In 2006, 25 trawl tows of about 5-10 minutes were carried out. A total of 32 demersal fish species and 16 shrimp species were caught, as well as several other identified invertebrate species. The sampled area (200 km²) is of the same order of magnitude as the MPA.

The beam trawl does not provide a good

échantillonner l'endobenthos (polychètes, mollusques bivalves fouisseurs) et le suprabenthos effectuant des migrations verticales, notamment les amphipodes, les cumacés, les tanaïdés, ainsi que certains isopodes et copépodes benthiques, comme les harpacticoïdes. Environ 90 % des espèces du suprabenthos sont des crustacés, qui pourraient aisément comprendre une centaine d'espèces dans le territoire de la baie Sainte-Marguerite. Pour capturer le suprabenthos, un appareil avec un maillage plus fin et échantillonnant jusqu'à un ou deux mètres au-dessus du fond est nécessaire. Il faut aussi tenir compte de possibles migrations verticales journalières et saisonnières. Pour l'endobenthos, il faut utiliser une benne ou un carottier. Ces deux composantes (endobenthos et suprabenthos), qui ne sont pas bien représentées dans les échantillons jusqu'à présent, sont probablement les deux plus importantes du point de vue numérique.

L'abondance élevée du crabe des neiges dans la ZPM justifie une mention de l'étude récente de Quijon et Snelgrove (2005) : elle indique que ce crabe est le prédateur structurant de l'épi- et de l'endobenthos. En tant que prédateur vorace au régime alimentaire très diversifié, notamment d'un stade de vie à l'autre, il modifie la diversité spécifique et l'abondance des espèces du système. En l'absence de morue, le crabe des neiges peut devenir le prédateur principal du benthos ; il consomme même des mollusques filtreurs, qui ne sont toutefois pas sa proie préférée. L'impact sur le benthos peut varier temporellement dû aux variations d'abondance interannuelles et saisonnières : le crabe exhibe des cycles d'abondance naturels sur plusieurs années et les jeunes mâles effectuent en hiver des remontées vers les faibles profondeurs, transférant pendant 3 à 4 mois la pression de prédation vers le milieu côtier.

Discussion et commentaires

Un suivi de la diversité et de l'abondance des espèces benthiques dans la ZPM devra tenir compte des prédateurs potentiellement importants, tel que le crabe des neiges. Une connaissance des prédateurs et des proies importants du système permettrait de distinguer les changements significatifs des variations naturelles. Un expert du crabe des neiges estime que le suivi existant de cette espèce, effectué en lien avec la pêche, est suffisant pour

sampling of the endobenthos (polychaetes, burrowing bivalve molluscs) or the suprabenthos with their vertical migrations, particularly amphipods, cumaceans, tanaids, as well as certain isopods and benthic copepods such as the harpacticoids. About 90% of suprabenthos species are crustaceans, which could easily contain around one hundred species in the Sainte-Marguerite Bay area. To collect the suprabenthos, an instrument collecting samples up to 1-2 m from the bottom and with smaller mesh is required. In addition, potential daily and seasonal vertical migrations need to be taken into account. For the endobenthos, a grab sampler or corer is needed. These two components (endobenthos and suprabenthos), which are not well represented in the samples so far, are likely the two most significant in terms of numbers.

The high abundance of snow crab in the MPA merits mentioning a recent study by Quijon and Snelgrove (2005): it indicates that this crab is the structuring predator of the epi- and endobenthos. As an avid predator with a highly diversified diet, notably from one life stage to another, it modifies the specific diversity and the abundance of species in the system. In the absence of cod, the snow crab can become the main predator of benthos; it even consumes filter-feeding molluscs, which however are not its favourite prey. The impact on the benthos can vary over time because of the interannual and seasonal abundance variations: crab exhibit natural abundance cycles over several years and young males travel to shallower depths in winter, shifting the predation pressure towards the coastal environment for 3-4 months.

Discussion and comments

Monitoring of the diversity and abundance of benthic species in the MPA should take into account the potentially significant predators such as the snow crab. Knowledge of the important predators and prey of the system would help distinguish significant changes from natural variations. A snow crab expert considers that the current monitoring of this species, conducted in relation to the fishery, is sufficient for the MPA.

la ZPM.

Sur les photos du fond marin prises dans la ZPM lors des relevés de recherche en été 2006, le crabe des neiges est présent dans la zone de 10 à 250 m. Les experts ont rappelé que la thermocline conditionne en été la limite de répartition supérieure des crabes. En hiver, les crabes remontent jusqu'à deux-trois mètres de profondeur, utilisant ces faibles profondeurs pour la mue et la reproduction.

Modification de la biodiversité benthique profonde et distribution de l'épifaune de surface du Saint-Laurent

- présenté par Philippe Archambault (DSOE – Sciences de l'habitat)

Biodiversité benthique profonde

Les résultats présentés sont tirés d'une étude sur l'endobenthos dans le chenal du Saint-Laurent. Les objectifs sont 1) d'évaluer le lien entre les variables environnementales et les assemblages d'espèces, et 2) de comparer les données de biodiversité de l'endofaune de 2005 et 2006 avec celles du passé (1972 et 1980).

Les 13 stations échantillonnées en 2005-2006 sont distribuées dans l'estuaire maritime et le golfe. À chacune des stations, trois échantillons de benthos ont été prélevés à l'aide d'une benne. L'indice de diversité utilisé est la « bêta-diversité » qui équivaut à la similarité entre les stations. La similarité tient compte de l'identité et de l'abondance des espèces et compare les assemblages des différentes stations. Selon Philippe Archambault, les analyses multivariées sont plus sensibles que d'autres indices de diversité. Il souligne également l'importance d'avoir plusieurs sites témoins dans des études d'impact (il compare le suivi de la ZPM à ce type d'étude) afin de pouvoir en tirer des conclusions.

Les données de 2005 montrent que dans le chenal du Saint-Laurent la composition de l'endofaune dans l'estuaire diffère de celle du golfe. Les stations faibles en oxygène (20 à 25 %) se démarquent. Une analyse de diversité environnementale (incluant l'oxygène, la température, la salinité et les sédiments) révèle que le pourcentage de saturation en oxygène explique, à lui seul, 20 % de la variation des assemblages. La meilleure combinaison des paramètres mesurés est le sable et l'oxygène,

On the photos taken of the seafloor in the MPA during the research surveys in the summer of 2006, snow crab occurs in the area from 10-250 m. The experts indicated that the thermocline in summer conditions the crabs' upper range limit. In winter, the crabs move up until around 2-3 m deep, using the shallow depths to moult and reproduce.

Changes in deep benthic biodiversity and surface epifauna distribution in the St. Lawrence

- presented by Philippe Archambault (OESB – Habitat Sciences)

Deep benthic biodiversity

The results presented are from a study on endobenthos in the St. Lawrence channel. The objectives are to 1) assess the link between environmental variables and the species assemblages, and 2) compare data on endofauna biodiversity from 2005 and 2006 with data from the past (1972 et 1980).

The 13 stations sampled in 2005-2006 are spread out across the maritime estuary and the Gulf. At each station, three benthos samples were collected using a grab sampler. The diversity index used was "beta-diversity", which means similarity between stations. Similarity takes species' abundance and identity into account and compares the assemblages from different stations. According to Philippe Archambault, multivariate analyses are more sensitive than other diversity indices. He also mentions the importance of having several control sites in impact studies (he compares the monitoring of the MPA with this type of study) in order to be able to draw conclusions.

The 2005 data show that in the St. Lawrence channel, the composition of the endofauna in the Estuary differs from the one in the Gulf. Stations that are low in oxygen (20-25%) stand out. An environmental diversity analysis (including oxygen, temperature, salinity and sediment) revealed that the percentage of oxygen saturation alone explains 20% of the variation between assemblages. The best combination of measured parameters was sand and oxygen. Together they explain up to 38% of

ensemble expliquant jusqu'à 38 % de la variation des assemblages d'espèces, ce qui est élevé pour ce type d'analyse. Cependant, il faut noter que les stations dans cette étude couvrent des gradients de température et de profondeur assez faibles, contrairement aux gradients rencontrés dans la ZPM.

Les données de 1980 ont été comparées avec celles de 2005. Comme les espèces ne sont pas définies de façon égale dans les jeux de données, l'identification des organismes s'est arrêtée au genre. Avec ce niveau d'identification et même avec une identification s'arrêtant à la famille, les données de 1980 se révèlent différentes de celles de 2005. L'assemblage de la faune benthique a changé entre les années 1980 et 2005. Les polychètes et les échinodermes ont augmenté en nombre, tandis que les arthropodes et les mollusques ont diminué. Les espèces regroupées dans la catégorie « autres » ont aussi diminué en nombre. Les polychètes sont connus pour être opportunistes et abondants lorsqu'il y a de grands apports en matière organique. Les spionidés, dont certaines espèces sont opportunistes, ont augmenté en densité, ainsi que les oweniidés, également des espèces opportunistes. Une espèce de ce dernier groupe a quadruplé en nombre. Elle crée de la bioturbation sur les premiers 3-4 mm du sédiment seulement, et peu d'oxygène pénètre donc dans le sédiment. Le *Nereis*, également un polychète, creuse des trous beaucoup plus profonds, jusqu'à 20-30 cm.

Épifaune de surface

Le projet « BeBOB » tire profit des centaines de bouées de navigation réparties dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent, dont quelques-unes se trouvent à l'intérieur de la ZPM. L'objectif premier est d'identifier les espèces envahissantes, mais le projet offre aussi la possibilité d'étudier la diversité.

Ces bouées sont mises à l'eau au mois de mai, nettoyées et peintes. Les organismes retrouvés sur les bouées lorsque récupérées avant l'hiver sont donc arrivés durant l'été. En 2005, 165 bouées ont été échantillonnées. En excluant les algues, 180 espèces ont été répertoriées. Le golfe diffère de l'estuaire, en termes d'organismes sur les bouées, tel qu'observé pour le chenal profond. Généralement la variabilité est grande mais les stations près de

species assemblage variation, which is high for this type of analysis. However, it should be noted that the stations in this study cover relatively low temperature and depth gradients, as opposed to the gradients in the MPA.

The 1980 data were compared with the 2005 data. Because the species are not defined equally in the data sets, the identification of the organisms was limited to the genus. With this level of identification, and even with identification limited to the family level, the 1980 data were different than those from 2005. The benthic fauna assemblages changed between 1980 and 2005. Polychaetes and echinoderms increased in numbers, whereas arthropods and molluscs decreased. The species grouped in the category "others" also dropped in numbers. Polychaetes are considered opportunistic and are abundant when there is a large input of organic matter. Spionids, a group containing opportunistic species, have increased in density, as well as oweniids, who are also opportunists. A species from this last group has quadrupled in numbers. This species generates bioturbation over the first 3-4 mm of sediment only, and very little oxygen penetrates therefore the sediment. The *Nereis*, also a polychaete, digs much deeper holes, up to 20-30 cm.

Surface epifauna

The "BeBOB" (benthic biodiversity on buoys) project takes advantage of the hundreds of navigation buoys spread out in the Estuary and Gulf of St. Lawrence, some of which are located in the MPA. The first objective is to identify invading species, but the project also offers the possibility of studying diversity.

These buoys, cleaned and painted, are watered in May. The organisms found on the buoys, when recovered before winter, have therefore arrived during the summer. In 2005, 165 buoys were sampled. Excluding the algae, 180 species were recorded. The Gulf differs from the Estuary, with respect to the organisms found on the buoys, as it was observed in the deep channel. Generally, variability is high but the stations near the coast appear to be distinct.

la côte semblent se distinguer. Des données d'Edwin Bourget, recueillies entre 1975 et 1985 et provenant de 161 à 239 bouées dans la même région, permettent d'obtenir l'évolution temporelle depuis ce temps.

Un projet utilisant les bouées de navigation pour étudier la dispersion des moules bleues s'enclenchera sous peu dans la ZPM.

Communautés de poissons dans la ZPM

- *présenté par Jean-Denis Dutil (DSOE – Centre d'expertise CHIP)*

Les résultats présentés proviennent d'une étude en cours sur la présence, l'abondance et la diversité des poissons dans l'estuaire et le nord du golfe du Saint-Laurent. Dans un premier temps, les espèces qui fréquentent l'estuaire maritime, entre l'île Verte et Pointe-des-Monts, et plus particulièrement le secteur de la ZPM, ont été inventoriées à partir de la littérature scientifique publiée entre 1930 et 2005. Cet inventaire a fait l'objet d'un rapport technique (Scallon-Chouinard et al. 2007). De plus, chaque année depuis 2004, un nouveau secteur de l'estuaire est échantillonné pour les poissons démersaux à l'aide d'un chalut de fond. En 2004, cet échantillonnage a été effectué dans le secteur de la ZPM.

La littérature scientifique et le programme des observateurs ont permis de dénombrer 99 espèces de poissons dans l'estuaire maritime, soit 19 espèces commerciales (par exemple morue et flétan) et 80 espèces sans valeur commerciale. Parmi les espèces non commerciales, 52 peuvent être considérées comme fréquentes dans l'estuaire. Ces espèces appartiennent à 80 genres et 41 familles distinctes. Des 99 espèces répertoriées, environ 72 ont un mode de vie plutôt benthique et une dizaine sont des diadromes, donc des poissons migrants de passage dans l'estuaire.

Les données disponibles dans la littérature, en excluant l'échantillonnage de 2004 dans la ZPM, documentent la présence de seulement 24 espèces dans la ZPM, dont 11 espèces commerciales, ce qui s'explique vraisemblablement par le faible effort d'échantillonnage dans le secteur. Dans l'estuaire maritime, le flétan du Groenland, la raie épineuse et l'aiguillat noir sont les espèces

Data from Edwin Bourget, collected between 1975 and 1985 from 161-239 buoys in this same region, provides a basis for knowing the temporal evolution since that time.

A project using the navigation buoys to study blue mussel dispersal will begin soon in the MPA.

Fish communities in the MPA

- *presented by Jean-Denis Dutil (OESB – CHIF Center of expertise)*

The results presented are from an ongoing study on the occurrence, abundance and diversity of fish in the Estuary and northern Gulf of St. Lawrence. First, the species occurring in the maritime estuary, between Île Verte and Pointe-des-Monts, and in particular the MPA region, were recorded based on the scientific literature published between 1930 and 2005. This inventory is published in a technical report (Scallon-Chouinard et al. 2007). Moreover, every year since 2004, a new area of the Estuary is sampled for demersal fish with a bottom trawl. In 2004, this sampling was carried out in the MPA region.

The scientific literature and the observers at sea program allowed identification of 99 fish species in the maritime estuary, 19 commercial species (e.g. cod and Atlantic halibut) and 80 non-commercial species. Among the non-commercial species, 52 can be considered as frequent in the Estuary. These species belong to 80 genera and 41 distinct families. Of the 99 species recorded, about 72 had a mostly benthic lifestyle and about 10 were diadromous, *i.e.* migratory fish passing through the Estuary.

The data available in the literature, excluding the 2004 sampling in the MPA, documents only the occurrence of 24 species in the MPA, 11 of which were commercial. This is probably explained by the weak sampling effort in the area. In the maritime estuary, Greenland halibut, thorny skate and black dogfish are the most abundant commercial species landed. The landings of these three species in the MPA are

commerciales les plus abondantes dans les débarquements. Les débarquements de ces trois espèces dans la ZPM sont presque nuls et aucune d'elles ne dépend exclusivement de la ZPM ; ce sont des espèces à large distribution, dont le cycle de vie comporte souvent des stades pélagiques.

Deux relevés ont été effectués en 2004 dans le secteur de la ZPM, un en juillet et l'autre en octobre. Dix-neuf stations ont été échantillonnées avec un chalut à bâton muni de trois chaînes. Les traits s'étendaient sur environ un kilomètre et duraient en moyenne 15 minutes. Pendant le trait, les concentrations d'oxygène étaient mesurées en continu et pour chacun des traits, un profil CTD a été obtenu. Ce type d'échantillonnage vise surtout les espèces démersales, au détriment des pélagiques et diadromes. De plus, certains poissons sont capables d'éviter l'engin. Les stations étaient réparties un peu partout dans la ZPM entre la zone infralittorale et la zone profonde du chenal laurentien.

Un graphique MDS permet de voir qu'à des profondeurs de 250 m, toutes les stations (juillet et octobre) possèdent des conditions environnementales uniformes, c.-à-d. une salinité élevée, une température de l'ordre de 5°C et un taux d'oxygène faible. À 150 m de profondeur, la variation environnementale est également faible. Une variation saisonnière apparaît à des profondeurs plus faibles, et cette variation augmente encore près de la surface entre les stations et entre les saisons. L'analyse en composante principale suggère des regroupements de stations différents au printemps et en automne à moins de 100 m, mais les stations en eau profonde (150 m et 250 m) restent distinctes entre elles en été et en automne, notamment sur le plan des teneurs en oxygène et de la température.

Lors du relevé de juillet, 35 espèces de poissons ont été identifiées pour un total de 3821 individus capturés aux 19 stations. Durant l'échantillonnage d'octobre, 31 espèces ont été listées pour 1083 individus capturés. Pour un même effort d'échantillonnage dans les mêmes stations, on constate donc une nette diminution de l'abondance numérique des poissons démersaux entre juillet et octobre, alors que le nombre d'espèces demeure similaire. Pour les deux relevés réunis, on dénombre un total de

almost nil and none of these species depend exclusively on the MPA; they are wide-range species with life cycles that often include pelagic stages.

Two surveys were conducted in 2004 in the MPA area, one in July and another in October. Nineteen stations were sampled with a beam trawl with three chains. Tows extended over about one km and lasted around 15 minutes. During the tow, oxygen concentrations were continuously measured and for each tow, a CTD profile was obtained. This type of sampling mostly targets demersal species rather than pelagic and diadromous species. In addition, some fish are able to avoid the gear. Stations were spread out across the MPA between the infralittoral area and the deep Laurentian Channel area.

An MDS graph reveals that at depths of 250 m, all stations (July and October) have uniform environmental conditions, *i.e.* high salinity, temperature around 5°C and a low oxygen level. At 150 m deep, environmental variation is also low. Seasonal variation appears at shallower depths, and this variation increases near the surface between stations and between seasons. The principal components analysis suggests different groups of stations in spring and in fall at less than 100 m, but stations in deeper water (150 m and 250 m) that remain two distinct groups during summer and fall, particularly in terms of oxygen content and temperature.

During the July survey, 35 fish species were identified for a total of 3,821 individuals caught at the 19 stations. During the October sampling, 31 species were listed for 1,083 individuals caught. For the same sampling effort at the same stations, there was a marked drop in numerical abundance of demersal fish between July and October, whereas the number of species remained similar. For both surveys combined, there was a total of 38 species in the MPA. By adding the species inventoried in the

38 espèces dans la ZPM. En ajoutant les espèces répertoriées dans la ZPM entre 1930 et 2005 (revue de littérature), on obtient un total de 48 espèces, dont la présence dans la ZPM a pu être confirmée. La moitié des 99 espèces recensées dans la littérature à l'échelle de l'estuaire peuvent donc se retrouver dans le secteur de la ZPM. Les espèces les plus abondantes dans la ZPM sont l'hameçon atlantique (*Arteidiellus atlanticus*) et l'hameçon neigeux (*Arteidiellus uncinatus*), plus abondants en juillet qu'en octobre, ainsi que la raie épineuse (*Amblyraja radiata*), deux espèces de lycodes (*Lycodes* sp.), la lompénie tachetée (*Leptoclinus maculatus*) et le poisson alligator (*Aspidophoroides monopterygius*). Aussi, de l'avis des experts, une majorité des espèces recensées dans l'estuaire maritime sont susceptibles de fréquenter la ZPM.

D'après des caractéristiques telles que la longueur, la masse, le stade de maturité, la population d'hameçons neigeux dans la ZPM est surtout constituée d'individus d'un an et plus et non pas de stades juvéniles de l'année. Néanmoins, l'indice gonadosomatique des individus matures indique que ces derniers seraient présents dans la ZPM pour se reproduire. Des données de longueur, de masse, de stade de maturité, de masse des gonades et de contenu stomacal sont disponibles pour toutes les espèces récoltées lors de ces relevés, mais n'ont pu être analysées en préparation pour l'atelier.

En général, il ne semble pas y avoir un patron spatial dans la diversité des espèces, celle-ci étant assez élevée dans la plupart des stations. Les stations avec un plus grand nombre d'espèces sont distribuées un peu partout dans la ZPM, en zone infralittoral autant qu'en zone plus profonde. Le même phénomène est observé pour l'abondance d'individus à chaque station. Dans le cas de l'hameçon neigeux, il est présent partout dans la ZPM, peu importe la taille et la période. À l'opposé, le poisson alligator est présent en juillet et non en octobre, et sa distribution est concentrée en eau peu profonde (< 40 m).

En comparaison avec des échantillons prélevés plus au large (CCGS Teleost) ou plus haut dans l'estuaire du Saint-Laurent (estuaire moyen et fjord du Saguenay), la faune ichthyenne de la ZPM semble riche avec un grand nombre de

MPA between 1930 and 2005 (literature review), the presence of 48 species are confirmed in the MPA. Half of the 99 species identified in the literature throughout the Estuary can thus be found in the MPA region. The most abundant species in the MPA are the Atlantic hookear (*Arteidiellus atlanticus*) and the snowflake hookear (*Arteidiellus uncinatus*), more abundant in July than in October, as well as the thorny skate (*Amblyraja radiata*), two slipskin species (*Lycodes* sp.), the daubed shanny (*Leptoclinus maculatus*) and the Atlantic alligatorfish (*Aspidophoroides monopterygius*). In addition, according to the experts, most of the species identified in the maritime estuary are likely to use the MPA.

According to characteristics such as length, weight and maturity stage, the population of snowflake hookear in the MPA is mostly made up of individuals of one year or older and not juveniles of the year. However, the gonadosomatic index for mature individuals indicates that these individuals are present in the MPA to spawn. Data on length, weight, maturity stage, gonad weight and stomach content are available for all the species collected during these surveys, but were not analyzed prior to the workshop.

Overall, there does not appear to be any spatial pattern in the species diversity, which was relatively high at most stations. The stations with a larger number of species were distributed throughout the MPA, in infralittoral areas as well as in deeper areas. The same phenomenon was observed for the abundance of individuals per station. In the case of the snowflake hookear, it occurs everywhere in the MPA, without regard of the size or the period. On the other hand, the Atlantic alligatorfish occurs in July but not in October, and its distribution is concentrated in shallow water (< 40 m).

In comparison with samples collected further offshore (CCGS Teleost) or further up the St. Lawrence Estuary (upper estuary and Saguenay Fjord), the ichthyian fauna of the MPA appears to be rich with a large number of young and

jeunes individus et d'individus matures. Cinq espèces semblent d'intérêt pour la ZPM en raison de leur rareté ou de leur statut précaire. Il s'agit du faux-trigle à grands yeux (*Triglops nybelini*), de la limace atlantique (*Liparis atlanticus*), du tricorne arctique (*Gymnocanthus tricuspis*) (largement distribué mais considéré pour le statut d'espèce en péril), de la lompénie naine (*Anisarchus medius*) et de la cotte polaire (*Cottunculus microps*). Toutefois, ces interprétations sont provisoires, compte tenu de la pauvreté relative des informations sur les poissons démersaux sans valeur commerciale dans l'estuaire du Saint-Laurent.

Cartographie de l'habitat benthique dans la ZPM

- présenté par Jean Munro (DSOE – Sciences de l'habitat)

Le but de l'étude est d'obtenir un inventaire des organismes benthiques et de cartographier les habitats dans la ZPM. La méthode de la photographie a été privilégiée parce qu'elle permet une grande couverture avec relativement peu d'effort. La caméra a été fixée à un traineau benthique et chaque image obtenue couvre 42 cm par 28 cm sur le fond. Cette méthode offre une bonne représentation de l'épibenthos, mais pas du suprabenthos ou de l'endobenthos. L'échantillonnage comportait 48 stations entre 0 et 300 m de profondeur et la distance moyenne entre chacune était de quatre km. Un trait de 500 m comprenant 30 photos a été réalisé à chaque station.

Un échantillonnage du sédiment de surface à chaque station a été effectué à la benne. Pour corréler le type de sédiment avec la réflectivité obtenue par le SHC, une carotte de sédiments de 15 cm a été prélevée dans la benne. Le reste du sédiment cueilli avec la benne a été tamisé sur une maille de 1 mm pour en extraire les organismes benthiques. Trois traits de chalut ont été réalisés pour commencer une collection de référence des organismes présents sur les photos. L'information obtenue laisse croire qu'un bon nombre d'espèces ne sont pas représentées dans les photos.

L'examen préliminaire des photos a permis d'identifier 59 taxons pour l'épi- et le suprabenthos, 22 types d'artéfacts ou indicateurs de présence d'espèces et quatre types de sédiments. Une analyse préliminaire

mature individuals. Five species are of particular interest for the MPA because of their scarcity or their precarious status: the bigeye sculpin (*Triglops nybelini*), the Atlantic snailfish (*Liparis atlanticus*), the Arctic staghorn sculpin (*Gymnocanthus tricuspis*) (widely distributed but considered for the status of species at risk), the stout eelblenny (*Anisarchus medius*) and the polar sculpin (*Cottunculus microps*). However, these interpretations are provisional considering the relative lack of information on demersal fish without commercial value in the St. Lawrence Estuary.

Benthic habitat mapping in the MPA

- presented by Jean Munro (OESB – Habitat Sciences)

The purpose of the study is to obtain an inventory of benthic organisms and map the habitats in the MPA. The photo method was chosen because it provides a wide coverage with relatively little effort. The camera was attached to a benthic sled and each image obtained covers 42 cm x 28 cm of the bottom. This method provides a good representation of the epibenthos, but not the suprabenthos nor the endobenthos. Sampling included 48 stations from 0-300 m deep and the average distance between each was 4 km. A 500 m tow comprising 30 photos was taken at each station.

Sampling of surface sediment at each station was carried out with a grab sampler. In order to correlate the type of sediment with the reflectivity obtained by the CHS, a sediment core of 15 cm was collected from the grab sampler. The remaining sediment collected with the grab sampler was sieved on a 1 mm mesh to extract benthic organisms. Three trawl tows were performed to initiate a reference collection of organisms present on the photos. The information gathered indicates that a considerable number of species are not represented on the photos.

Preliminary examination of the photos identified 59 taxons for the epi- and suprabenthos, 22 artefact types or species occurrence indicators and four types of sediment. Preliminary analysis using hierarchical grouping based on the

par groupement hiérarchique, basée sur la présence/absence des taxons, a été réalisée pour identifier les assemblages taxonomiques. Après l'élimination des taxons occupant moins de quatre stations, 24 taxons ont été retenus pour l'analyse. Des 6 assemblages distingués, certains semblent liés aux profondeurs intermédiaires, d'autres à la baie sous-marine et d'autres aux grandes profondeurs dans le chenal (annexe 4, figure 1).

Les premières analyses ont également permis de scinder les sédiments de surface en quatre classes (annexe 4, figure 2). La classe composée d'argile compacte avec couche de limon superficielle domine en bordure du chenal laurentien (> 200 m) et dans la baie sous-marine (120-200 m). À des profondeurs intermédiaires, on observe du sable fin. Finalement, la classe composée de sable grossier et celle composée de coquilles sur sable fin sont concentrées entre 5 et 40 m.

Certains liens ont pu être faits entre les assemblages et le sédiment et/ou la profondeur. Par exemple, l'hameçon neigeux est associé au groupe 12, situé dans la zone intermédiaire où le fond est sableux. Le groupe 6, situé plus près de la côte, est dominé par l'oursin vert, le dollar de sable, le psolus brun (*Psolus phantapus*), un échinoderme, et l'anémone *Urticina felina*. C'est un secteur situé au nord-est où le sable est plus grossier. Le groupe 3, avec *Ophiura sarsi* comme espèce dominante, est associé à la zone profonde (annexe 4, figure 1).

Ces analyses ont aussi permis d'établir que les coquillages sont situés principalement sur le pourtour de la zone froide et dans la zone près du littoral. Les anémones sont observées en zones profonde et intermédiaire, dépendamment de l'espèce. L'anémone *Actinauge longicornis*, par exemple, est caractéristique de la zone profonde. Le crabe des neiges a été observé à presque toutes les profondeurs. Les crevettes sont présentes dans beaucoup de stations, *Pandalus montagui* étant concentrée plus près de la côte que *P. borealis*. L'oursin vert est distribué plus en profondeur que l'oursin plat qui est associé aux fonds de sable situés dans le nord-est de la zone. Les buccins sont présents à presque toutes les profondeurs. Les deux espèces de plumes de mer sont plus fréquentes dans la zone profonde.

presence/absence of taxa was conducted to identify taxonomic assemblages. After eliminating the taxa occurring at less than four stations, 24 taxa were kept for analysis. Of the 6 assemblages identified, some appear to be linked to intermediate depths, others to the underwater bay, and yet others to great depths in the channel (Appendix 4, figure 1).

The early analyses also allowed surface sediments to be separated into four classes (Appendix 4, figure 2). The class composed of compact clay with a superficial layer of silt dominates along the edge of the Laurentian Channel (> 200 m) and in the underwater bay (120-200 m). At intermediate depths, fine sand is found. Finally, the class composed of coarse sand and the class composed of shells on fine sand are concentrated at 5-40 m.

Some links have been established between assemblages and sediment and/or depth. For example, the snowflake hookear is associated with group 12, located in the intermediate area where the bottom is sandy. Group 6, located closer to the coast, is dominated by green sea urchins, sand dollars, *Psolus phantapus*, an echinoderm, and the anemone *Urticina felina*. This area is located to the northeast where the sand is coarser. Group 3, with *Ophiura sarsi* as dominant species, is associated with the deep area (Appendix 4, figure 1).

These analyses also allowed determining that shells are mostly located at the edge of the cold area and in the area near the littoral. Anemones are observed in deeper and intermediate areas, depending on the species. The anemone *Actinauge longicornis*, for example, is characteristic of the deep area. Snow crab was observed at almost all depths. Shrimp are present at many stations, with *Pandalus montagui* concentrated closer to the coast than *P. borealis*. The green sea urchin range is deeper than the sand dollar, which is associated with the sand bottoms located in the northeastern part of the area. The whelks are present at almost all depths. The two sea pen species occur more frequently in the deep area.

Faune et flore dans l'intertidal et l'infralittoral de la ZPM

- présenté par Lizon Provencher (DSOE – Sciences de l'habitat)

La zone intertidale est composée de grands platiers sableux, de bancs coquilliers, et de grandes étendues de zostères s'étendant principalement autour de la péninsule de Manicouagan. La zone infralittorale comprend une frange assez mince avec une pente abrupte à certains endroits. Les sédiments retrouvés dans la partie ouest de la zone infralittorale (au large de la zostère et des bancs coquilliers) sont du sable moyen à grossier. Dans la zostère, on observe un sédiment beaucoup plus fin, parfois même de l'argile. Dans l'estuaire de la rivière Manicouagan, on trouve un secteur avec de l'argile très compacte couverte d'un mélange de sable. Plus on se dirige vers l'ouest, plus le sable devient grossier et plus on observe de coquilles dans le sédiment.

Le taux de salinité dans la zosténaie se maintient autour de 25. En juin-juillet, il est en-dessous de 25, mais plus tard dans la saison, on se rapproche de 30. La température de l'eau oscille entre 10 et 15 °C tout au long de l'été, même dans les herbiers où l'eau est peu profonde.

Les deux principaux bancs coquilliers de la ZPM se trouvent à Betsiamites et à Pointe-aux-Outardes. Ils sont parmi les plus grands bancs coquilliers de la Côte-Nord, et ils font l'objet d'une exploitation importante. La limite inférieure des bancs coquilliers est la ligne bathymétrique du zéro. Au sein de la communauté du banc coquillier, les organismes les plus abondants sont les annélides, les arthropodes et les nématodes. En biomasse, les mollusques constituent, à l'inverse, la partie la plus importante. Vingt-quatre taxons ont été répertoriés dans cette communauté. Des données historiques sur l'abondance des myes sont manquantes, mais la cueillette est suffisamment intense pour présumer que les populations de myes en soient affectées. Dans des secteurs non cueillis, les myes sont moins abondantes, mais de plus grande taille, indiquant l'effet de la cueillette sur la structure de taille. L'enjeu des espèces exploitées a d'ailleurs été abordé au premier atelier (voir

Fauna and flora in the MPA intertidal and infralittoral

- presented by Lizon Provencher (OESB – Habitat Sciences)

The intertidal area is composed of vast sandy flats, shellfish beds and extended areas of eelgrass that stretch mainly around the Manicouagan Peninsula. The infralittoral area comprises a rather narrow fringe with a steep slope at certain places. The sediment found in the western part of the infralittoral area (offshore from the eelgrass and clam beds) is medium coarse and coarse sand. In the eelgrass, the sediment is much finer, sometimes even clay is found. In the Manicouagan River estuary, there is an area with very compact clay covered by a mix of sand. Moving westward, the sand gradually becomes coarser and shells are found more frequently in the sediment.

The salinity level in the eelgrass bed is maintained around 25. In June-July, it is below 25, but later in the season, it approaches 30. Water temperature ranges between 10-15°C throughout the summer, even in eelgrass beds where the water is shallow.

The two principal shellfish beds in the MPA are found at Betsiamites and Pointe-aux-Outardes. They are among the largest shellfish beds on the North Shore, and they are subjected to intense exploitation. The lower limit of the shellfish beds is the zero bathymetric line. Within the shellfish bed community, the most abundant organisms are annelids, arthropods and nematodes. In terms of biomass, molluscs represent, on the contrary, the most significant part. Twenty-four taxa were recorded in this community. Historical data on the abundance of softshell clams are lacking, but harvesting is sufficiently intense as to presume that clam populations are affected. In areas where there is no harvesting, there are fewer but larger clams, which indicate an effect of harvesting on size structure. Incidentally, the exploited species issue was reviewed during the first workshop (see workshop 1 in the present proceedings).

atelier 1 dans le présent compte rendu).

Les herbiers de zostères couvrent une partie importante de l'intertidal, soit 1456 ha. Deux classes de densité ont été définies à partir d'une photo satellitaire IKONOS de 2004 ; une partie dense au centre et une partie éparse au pourtour. L'étendue de la zostère a augmenté de façon importante depuis 1986, tel que révélé par les images satellitaires de 1986, 2002 et 2004.

La faune benthique dans les herbiers de zostères est représentée par 40 taxons. Contrairement aux bancs coquilliers, la biomasse des annélides est plus importante que celle des mollusques, et l'abondance est plus importante pour les mollusques que celle des annélides et arthropodes. Les deux milieux diffèrent, celui de la zostère offrant un environnement structurant. La biomasse d'organismes benthiques dans la zostère est environ trois fois plus élevée que dans le banc coquillier pour la même superficie. La faune suprabenthique dans les herbiers est représentée par 40 taxons.

Durant deux étés (2004-2005) des inventaires de poissons ont été réalisés dans les herbiers de zostères. Des 16 espèces récoltées, les principales sont l'éperlan, le lançon, la morue de roche, le hareng, l'épinoche, le poulamon et la grosse poule de mer, présente au début de l'été au moment de la ponte, suivi de petits à la fin de l'été. En quantités moins importantes, des chabousseaux et des merluches blanches ont également été prélevés. Cette dernière espèce, qui doit être évaluée par le Comité sur la situation des espèces en péril en novembre 2008, a été observée dans la ZPM seulement en 2004, à la fin août. Toutes espèces confondues, 69 % des prises sont des juvéniles, ce qui confirme que les herbiers sont des milieux importants pour cette classe d'âge de poissons. Les principales espèces récoltées au stade juvénile sont le hareng, la grosse poule de mer, la morue de roche, l'épinoche à trois épines et la merluche. Parmi les individus matures, les espèces ayant un indice gonadosomatique élevé, indiquant qu'ils se reproduisent probablement dans les herbiers, sont la grosse poule de mer, les épinoches et le lançon d'Amérique. La morue de roche est présente seulement en juin. Les pics d'abondance des lançons d'Amérique,

The eelgrass beds cover a significant part of the intertidal, *i.e.* 1,456 ha. Two density classes were defined using a 2004 IKONOS satellite photo; a dense portion was identified in the center and a patchy portion on the edges. The extent of the eelgrass bed has increased significantly since 1986, as shown by satellite images from 1986, 2002 and 2004.

Benthic fauna in the eelgrass beds is represented by 40 taxa. As opposed to shellfish beds, annelid biomass is superior to mollusc biomass, while abundance is higher for molluscs than for annelids and arthropods. The two environments differ, as the eelgrass furnishes a structuring environment. The benthic organism biomass in the eelgrass bed is around three times higher than in the shellfish bed for the same area. The suprabenthic fauna in the eelgrass beds is represented by 40 taxa.

Over two summers (2004-2005), fish inventories have been conducted in the eelgrass beds. Of the 16 species collected, the most important were: rainbow smelt, sand lance, fjord cod, Atlantic herring, stickleback, Atlantic tomcod and lumpfish, the latter present in early summer during spawning, followed by the young at the end of summer. In smaller quantities, there were sculpins and white hakes. White hake, a species that is to be assessed by the Committee on the Status of Endangered Wildlife in November 2008, was observed in the MPA only in 2004, at the end of August. All species taken together, 69% of the catches were juveniles, which confirm that eelgrass beds are important environments for this age group of fish. The main species collected at a juvenile stage were herring, lumpfish, fjord cod, threespine stickleback and hake. Among the mature individuals, the species with a high gonadosomatic index, indicating that they probably spawn in the eelgrass beds, were lumpfish, sticklebacks and American sand lance. Fjord cod is present only in June. The abundance peaks of American sand lance, American smelt and sticklebacks correspond with the arrival of new cohorts.

d'éperlans arc-en-ciel et d'épinoches correspondent à l'arrivée des nouvelles cohortes.

Dans l'infralittoral, la clovisse est abondante de 0 à 3 m de profondeur. Les principales espèces récoltées par Jean Lambert et Sylvie Brulotte dans la zone de 10 à 30 m sont le buccin, la mactre de Stimpson, la coque du Groenland, le pitot, assez bien distribué, ainsi que l'oursin plat, l'oursin vert, la mye tronquée, le bernard l'hermite, le crabe commun et les crevettes.

Estuaires de rivières et marais salés près de la ZPM

- présenté par Susanne Mark (DGO)

Les marais et les estuaires sont situés à l'extérieur de la ZPM, mais doivent être considérés puisque les apports provenant de la côte ont une influence directe sur la ZPM. Un élément important est la présence de trois grandes rivières se jetant dans la ZPM, soit Manicouagan, avec un débit moyen de 900 m³/s, aux-Outardes et Betsiamites. Ces rivières sont toutes les trois harnachées, et leurs débits sont régularisés et relativement constants durant l'année (absence de crues et d'étiages).

Estuaire de la rivière Manicouagan

Une étude sur le benthos de l'estuaire de la rivière Manicouagan montre une transition des communautés biologiques du milieu d'eau douce vers le milieu salin. De l'amont vers l'aval, la salinité et la profondeur augmentent. Ce gradient se répercute dans la composition des organismes benthiques, où dominent d'abord les insectes (chironomes) ensuite les oligochètes et, dans la partie marine, les bivalves et les polychètes.

Une étude sur le méroplancton dans l'estuaire de la rivière Manicouagan démontre que les larves de poissons dominent par rapport aux œufs de poissons, qui sont peu abondants dans l'estuaire et surtout présents dans le milieu marin. Les larves proviennent principalement du capelan ; celles-ci se trouvent dans la zone de transition de l'estuaire Manicouagan. Leur présence pourrait indiquer l'existence de frayères dans les environs. Des larves de lançon et d'éperlan sont également observées.

Une étude sur les poissons dans le même estuaire démontre également une transition

In the infralittoral, softshell clams are abundant from 0-3 m deep. The principal species collected by Jean Lambert and Sylvie Brulotte in the area of 10-30 m are whelk, Stimpson's surfclam, Greenland cockle, Northern propellerclam, rather well distributed, as well as the sand dollar, green sea urchin, *Mya truncata*, hermit crab, rock crab and shrimps.

River estuaries and salt marshes near the MPA

- presented by Susanne Mark (OMB)

The marshes and estuaries are located outside the MPA, but must still be considered, given the direct influence of coastal inputs on the MPA. An important component is the presence of three large rivers flowing into the MPA, the Manicouagan, with an average flow rate of 900 m³/s, Outardes and Betsiamites. All three rivers are harnessed, and their flow rates are regulated and relatively constant throughout the year (no freshets or minimum flow).

Manicouagan River estuary

A study on the benthos in the Manicouagan River estuary shows a transition in benthic communities from freshwater to salt water. From upstream to downstream, salinity and depth increase. This gradient affects the composition of benthic organisms, where insects (bloodworms) dominate, followed by oligochaetes and in the marine part, bivalves and polychaetes.

A study on meroplankton in the Manicouagan River estuary shows that fish larvae dominates over fish eggs, which are scarce in the estuary and mostly present in the marine environment. Larvae are mostly from capelin; they are found in the transition area of the Manicouagan Estuary. Their occurrence could indicate the existence of spawning grounds nearby. Sand lance and rainbow smelt larvae are also observed.

A study on fish in the same estuary also shows a transition from freshwater to the marine

allant de l'eau douce vers le milieu marin. Le meunier est présent en eau douce, le lançon domine dans la zone de transition, mais l'éperlan, le poulamon et le gaspareau s'y trouvent aussi. Dans la partie marine, la principale espèce trouvée est le capelan. L'esturgeon noir était autrefois présent dans l'estuaire de la rivière mais aucune observation récente n'est rapportée.

Marais salés

Il y a trois marais salés d'importance dans la ZPM, Pointe-aux-Outardes étant le plus grand avec 490 ha. Il est d'ailleurs le deuxième marais en importance dans l'estuaire du St-Laurent et le quatrième au Québec. Les marais de la ZPM sont représentatifs des marais du golfe à cause de l'absence de la spartine étalée (*Spartina patens*). Les marais sont des milieux importants pour les poissons. Les espèces de poissons généralement présentes dans les marais sont notamment l'épinoche à 3 épines, l'épinoche à 9 épines et le hareng (de très petits spécimens). On estime que la majeure partie de la biomasse de spartine produite dans les marais est exportée en automne vers l'aval sous la forme de débris des plantes mortes, consommées par les détritivores.

Un expert a indiqué que très peu d'échantillonnages ont été faits à marée haute dans les marais. Il est possible que plusieurs des espèces présentes dans les zones intertidale et infralittorale se rendent dans les marais à marée haute pour s'alimenter. Dans les marais de Kamouraska, des crevettes de sable absentes à marée basse, s'y trouvent à marée haute. D'autres espèces, qui ne sont pas normalement associées au marais, y ont été trouvées aussi, notamment les jeunes stades de l'éperlan arc-en-ciel, du poulamon atlantique et de la plie lisse (Dutil et Fortin 1983).

Mammifères marins dans la ZPM

- présenté par Elaine Albert (DGO)

La plupart des mammifères marins présents dans l'estuaire peuvent également se retrouver dans la ZPM Manicouagan. Sur une base régulière, ce sont surtout le marsouin commun et le petit rorqual qui fréquentent la ZPM, de même que le phoque commun et le phoque gris.

Le marsouin commun est considéré comme une

environnement. The chub occurs in freshwater, sand lance dominates in the transition area, but rainbow smelt, Atlantic tomcod and alewife also occur there. In the marine part, the species encountered most frequently is capelin. Atlantic sturgeon used to occur in the river estuary but no recent observations have been reported.

Saltmarshes

There are three note-worthy salt marshes in the MPA, Pointe-aux-Outardes being the largest with 490 ha. It is the second largest marsh in the St. Lawrence Estuary and the fourth in Quebec. Marshes in the MPA are representative of marshes in the Gulf due to the absence of salt-meadow cord grass (*Spartina patens*). Marshes are important fish environments. The species that usually occur in the marshes are threespine stickleback, ninespine stickleback, and Atlantic herring (very small specimens). It is estimated that the major portion of the cord grass biomass produced in the marshes is exported downstream in fall as dead plant debris, consumed by detritivores.

An expert noted that very little sampling has been done at high tide in marshes. It is possible that several species occurring in the intertidal and infralittoral zones travel to the marshes at high tide to feed. In the Kamouraska salt marshes, sand shrimps are not present at low tide but are at high tide. Other species that are not usually associated with saltmarshes are also found, such as American smelt, Atlantic tomcod and smooth flounder (Dutil and Fortin 1983).

Marine mammals in the MPA

- presented by Elaine Albert (OMB)

Most of the marine mammals present in the Estuary can also be found in the Manicouagan MPA. On a regular basis, it is mostly harbour porpoise and minke whale, which use the MPA, as well as harbour seal and grey seal.

The harbour porpoise is considered a species of

espèce à statut préoccupant par le COSEPAC. Une décision est attendue de la part du ministre de l'environnement pour l'inscription ou non à la liste officielle des espèces en péril en vertu de la *Loi sur les espèces en péril*.

Le phoque commun, qui est une espèce résidente de l'estuaire, est assez abondant dans la ZPM. L'état de la population de l'estuaire est inquiétant et fait présentement l'objet d'un examen par le COSEPAC (NDLR : en novembre 2007, l'espèce a reçu le statut « non en péril »). Le phoque commun est un prédateur opportuniste de niveau supérieur dans la chaîne alimentaire. Ses habitats privilégiés sont les baies peu profondes et les estuaires de rivière. La ZPM Manicouagan est donc un habitat de choix avec ses trois grands estuaires et sa grande baie dans le secteur de Ragueneau.

Les échoueries du phoque commun dans la ZPM sont principalement des battures sablonneuses utilisées pour se reposer, muer, mettre bas et allaiter, de la fin mai au début juillet. Le nombre d'échoueries dans l'estuaire est limité, et pour le moment la protection de ces sites est inadéquate. Des mesures de protection prévues dans la réglementation de la future ZPM visent le phoque commun (distances d'approche à respecter). Aussi, d'autres initiatives complémentaires prévues dans le plan de gestion de la ZPM misent sur la sensibilisation et la prévention pour la protection de cette espèce. Cinq échoueries ont été recensées en 1994 et 2000 par des relevés aériens où 14 à 59 individus ont été observés. Les sites se situent entre Ragueneau et Betsiamites, sur les îles de Ragueneau, dans l'estuaire de la rivière aux Outardes, au large de Pointe-aux-Outardes et enfin à Pointe-Lebel dans l'estuaire de la rivière Manicouagan. La protection de l'échouerie de Ragueneau a été considérée comme prioritaire lors de l'atelier scientifique tenu dans le cadre du projet de ZPM Estuaire du Saint-Laurent, puisqu'elle est très accessible au public.

La principale menace à laquelle font face les phoques communs dans la ZPM est le dérangement sur les échoueries, principalement par la navigation récréative, l'écotourisme, la cueillette de duvet d'eider sur les îles de Ragueneau et la manipulation des petits phoques non sevrés qui se retrouvent parfois

special concern by the COSEWIC. The Environment minister's decision is awaited on whether or not to add the species to the official species at risk list under the Species at Risk Act.

The harbour seal, which is a resident species of the Estuary, is relatively abundant in the MPA. The population status in the Estuary causes concern and is currently under exam by the COSEWIC (editors' note: in November 2007, the species was evaluated as "not at risk"). The harbour seal is an opportunistic predator at high level in the food chain. Its favourite habitats are shallow bays and river estuaries. The Manicouagan MPA is therefore a choice habitat with its three large estuaries and its large bay in the Ragueneau area.

The harbour seal haulouts in the MPA are mainly sandy foreshores used to rest, moult, give birth and feed their young, from the end of May to early July. The number of haulouts in the Estuary is limited, and at the moment the protection of these areas is inadequate. Protection measures prescribed in the future MPA regulations refer to the harbour seal (approach distances to observe). In addition, other complementary initiatives envisaged in the MPA management plan aims at awareness raising and prevention in order to protect this species. Five haulout sites were identified in 1994 and 2000 using aerial surveys, where 14-59 individuals were sighted. These sites are located between Ragueneau and Betsiamites, on the Ragueneau islands, in the Outardes River estuary, offshore from Pointe-aux-Outardes and finally at Pointe-Lebel in the Manicouagan River estuary. Protecting the Ragueneau haulout was considered a priority during the scientific workshop held within the context of the St. Lawrence Estuary MPA project, because it is very accessible to the public.

The main threat to harbour seals in the MPA is disturbance on the haulout sites, mainly caused by recreational boating, ecotourism, collection of eiderdown on the Ragueneau islands and manipulation of young unweaned seals that are occasionally found on the beach. Obviously, seals are more sensitive during calving and

sur la plage. Évidemment, les phoques sont plus sensibles durant la période de mise-bas et d'allaitement, où la séparation du petit de la mère peut occasionner la mort du petit. Des mortalités accidentelles ont lieu dans les fascines, les filets maillants et par la chasse. En 1999, trois ou quatre fascines étaient utilisées, maintenant il en resterait seulement une. La contamination chimique représente aussi une menace pour le phoque commun étant donné que l'espèce est résidente et se trouve au sommet de la chaîne alimentaire.

Discussion sur les composantes clés des écosystèmes dans la ZPM

Du point de vue de la diversité biologique, les composantes clés des écosystèmes dans la ZPM sont recherchées afin de faciliter le choix d'éléments à suivre. Ces composantes pourraient être identifiées en termes de secteurs, de communautés ou d'espèces. Dans la zone côtière, la zosténaie et les communautés à *Macoma balthica* semblent incontournables, mais plus au large, l'évidence s'estompe. Les connaissances détenues par les experts sur d'autres secteurs pourraient amener des pistes pour identifier les composantes clés du système et proposer des projets de recherche.

Secteurs distincts

Une façon de cerner les éléments importants serait d'identifier des secteurs distincts. Une cartographie des différentes zones et de ses différentes communautés permettrait de développer plus facilement des indicateurs. Une telle zonation permettrait également de faire un rapport avec les différentes pressions pour déterminer les zones les plus sensibles et les plus affectées.

Pour ces raisons, le président de réunion a proposé des secteurs distincts dans la ZPM, sur la base des informations exposées en matinée. Les estuaires constituent un milieu distinct caractérisé par des conditions particulières de courant et de gradient de salinité. Le plateau intertidal, soumis aux marées, présente des conditions physiques très particulières et pourrait également être un secteur distinct, comprenant des marais salés, des zosténaies, des grandes battures et des bancs coquilliers. La zone infralittorale est soumise à l'effet des vagues et pourrait aussi constituer un secteur

suckling, when separating the calf from its mother can kill the calf. Accidental deaths occur in weirs, gillnets and during hunting. In 1999, three or four weirs were in use, now only one should be active. Chemical contamination also represents a threat for harbour seals because the species is resident and at the top of the food chain.

Discussion on key components of the ecosystems in the MPA

From a biological diversity perspective, the key components of the ecosystems in the MPA are sought in order to facilitate the choice of elements to monitor. These components could be identified in terms of regions, communities or species. In the coastal area, the eelgrass bed and the *Macoma balthica* communities seem inevitable, but further offshore, it is less obvious. Expert knowledge on other regions could bring about ideas on the key components of the system and on research projects.

Distinct sectors

One way of determining the important components would be to identify distinct regions. A map of the different areas and their various communities would help develop indicators. This type of zonation would also help identifying different types of pressure and determining the most sensitive and affected areas.

For these reasons, the chairperson proposed distinct regions in the MPA, based on the information presented in the morning. The estuaries represent a distinct environment characterized by particular conditions in terms of current and salinity gradients. The intertidal shelf, subject to tides, has specific physical conditions and could also be a distinct area, including the salt marshes, eelgrass beds, the large foreshore and shellfish beds. The infralittoral is subject to wave action and could also represent a distinct area. For the area in deep water, two sectors were proposed. One

distinct. Dans la zone d'eau profonde, on propose deux secteurs. Une zone serait caractérisée par les mollusques, tandis que l'autre, plus profonde, semble dominée par les polychètes, ainsi que les crustacées, les *Malacostraca* et les anémones.

Lors de l'atelier sur la productivité, des spécialistes ont expliqué comment les grands volumes d'eau douce déversés par les rivières et entraînés vers le large par les vents dominants, créent sporadiquement des remontées d'eaux de la couche intermédiaire froide. Ces courants orientés vers la côte retiendraient les sédiments, maintenant ainsi les grands bancs de sable en place. Sur cette base, le président de réunion émet l'hypothèse que les remontées d'eau, généralement source d'apports de sels nutritifs, favorise la production de phytoplancton et de zooplancton dans les eaux superficielles de la ZPM. Cette production importante serait exploitée selon deux modes principaux. D'une part, la présence d'un plateau étendu rend la production planctonique directement accessible aux communautés benthiques situées en faible profondeur. Dans le secteur de la péninsule, ces communautés sont dominées par les mollusques filtreurs, très abondants sur le plateau et son pourtour.

D'autre part, la pluie de matière organique morte associée à cette production sédimenterait dans la zone profonde et dans la baie sous-marine, caractérisée par des sédiments plus fins. Les communautés benthiques associées à ces zones seraient davantage détritivores (vers et filtreurs de matière organique).

Les experts ont toutefois évalué qu'il est prématuré d'établir des zones écologiques, notamment en eau profonde, où l'information disponible sur les invertébrés ne permet pas de procéder à un zonage. En particulier, les photos ne permettent pas de documenter de façon adéquate les espèces les plus susceptibles de refléter les conditions locales, c'est-à-dire, les espèces peu mobiles. Si un zonage est nécessaire à ce stade-ci, on a suggéré de le baser sur les conditions physico-chimiques (température, profondeur, type de sédiments). Un consensus général est atteint sur ce point de vue.

Composantes biologiques

Une liste des communautés et des espèces

area would be characterized by molluscs, whereas the other, deeper, appears to be dominated by polychaetes, as well as crustaceans, *Malacostraca* and anemones.

During the workshop on productivity, specialists explained how the large amounts of freshwater brought in by the rivers and carried offshore by the dominating winds, sporadically generate upwellings from the intermediate cold layer. These currents, which are directed towards the coast, withhold sediments and thereby keep the great sandbanks in place. Based on this information, the chairperson offered the hypothesis that upwellings, usually a source of nutrients, favour the production of phytoplankton and zooplankton in the surface waters of the MPA. This significant production is possibly exploited according to two principal modes. On one hand, the presence of an extended shelf renders planktonic production directly accessible to benthic communities located at shallow depths. In the area of the peninsula, these communities are dominated by filter-feeding molluscs, which are very abundant on the shelf and on its edges.

On the other hand, the shower of dead organic matter associated with this production would likely sediment in the deep area and in the underwater bay, characterized by finer sediment. The benthic communities associated with these areas are likely to be more detritivorous (worms and organic matter filters).

However, the experts evaluated that it is too early to establish ecological areas, notably in deep water, where the available information on invertebrates is insufficient to carry out a zonation. In particular, photos do not allow adequate documentation of the species most likely to reflect the local conditions, *i.e.* the less mobile species. If zonation is necessary at this point, it was thus suggested to base it on physico-chemical conditions (temperature, depth, sediment type). A general agreement is reached on this viewpoint.

Biological components

A list of important communities and species near

importantes près de la côte a été amorcée. Les herbiers de zostères, les bancs de myes et les clovisses sont mentionnés, ainsi que les marais salés.

L'échantillonnage de poissons dans la ZPM n'est pas exhaustif. Les espèces pélagiques qui ne fréquentent pas la zone intertidale et les espèces diadromes fréquentant habituellement le secteur n'ont pas été étudiées. Cependant, lorsqu'on compare les inventaires réalisés dans la zone intertidale à marée haute à ceux réalisés au moyen d'autres engins dans la zone infralittorale, des différences importantes surgissent. Un expert croit qu'un effort doit être déployé pour connaître la dynamique à l'interface entre la communauté de faible profondeur et celle du large et entre la communauté pélagique et la communauté démersale. Cette interface risque d'être affectée par les changements dans les débits, dans les sédiments, etc. et pourrait faire l'objet d'un suivi.

En eau profonde, les composantes en termes de communautés ne peuvent pas encore être identifiées. Tel que mentionné plus haut, les meilleurs indicateurs de zones écologiques sont des espèces sédentaires fixes. Celles-ci sont souvent des animaux benthiques. Ces animaux peuvent être regroupés selon leur développement (direct ou indirect). Les espèces à développement direct incubent leurs petits, il n'y a pas de phase larvaire. Les juvéniles éclosent des œufs sur la mère ou émergent des capsules d'œufs déposées sur le fond. Par conséquent, il n'y a pas de dispersion autre que ce que l'animal peut accomplir. Le buccin en est un exemple. Tous les amphipodes gammaridiens, certains tanaïdés et isopodes n'ont pas de stade larvaire. Ces groupes sont plus assujettis aux activités et conditions présentes à l'intérieur de la ZPM qu'à celles ayant cours à l'extérieur de la ZPM. Ensuite, il y a les espèces à développement indirect avec un grand potentiel de dispersion au stade larvaire. Ces espèces sont moins susceptibles d'appartenir exclusivement à la ZPM.

Les connaissances du cycle de vie et des fonctions écologiques des espèces devraient nous mener à des indicateurs plus facilement. Plusieurs espèces qui semblent jouer un rôle important dans l'écosystème ont été mentionnées lors des présentations et devraient être examinées.

the coast was started. Eelgrass beds, clam beds and softshell clams were mentioned, as well as salt marshes.

The fish sampling in the MPA is not exhaustive. Pelagic species that do not occur in the intertidal area and the diadromous species that usually occur in the region were not studied. However, when comparing inventories conducted in the intertidal area at high tide with those conducted using other gear in the infralittoral area, there are significant differences. An expert suggested that an effort be made to understand the interface dynamics between the shallow water community and the offshore community and between the pelagic community and the demersal community. This interface may be affected by the changes in flow rates, in sediment, etc, and could be part of a monitoring project.

In deep water, components in terms of communities cannot be identified yet. As mentioned above, the best indicators of ecological areas are fixed sedentary species, which are often benthic animals. These animals can be grouped based on their development (direct or indirect). Direct-development species incubate their young and have no larval phase. Juveniles hatch from eggs on their mothers or emerge from egg capsules deposited on the seabed. Consequently, there is no dispersal other than what the animal itself can accomplish. Whelk is an example. All gammaridian amphipodes, certain tanaïds and isopods have no larval stage. These groups are subject to activities and conditions present inside the MPA rather than those taking place outside the MPA. Then there are the indirect development species with a high dispersal potential at the larval stage. These species are less likely to belong exclusively to the MPA.

Knowledge of the species life cycle and ecological roles should facilitate the task of identifying indicators. Several species that appear to play a significant role in the ecosystem were mentioned during the presentations and should be examined.

Potentiel indicateur des traces d'animaux

Différentes traces d'animaux sont visibles sur les photos du fond marin. Parfois, l'espèce associée à un certain type de trace peut être identifiée. À l'été 2006, une caméra laissée en fonction pendant quelques heures sur le fond de la ZPM a permis d'observer le déplacement des organismes, entre autres des plumes de mer qui s'enfouissent complètement et ensuite ressortent.

Un projet a été réalisé dans le fjord du Saguenay, comportant un double inventaire (photos et prélèvement) de l'épibenthos. Les photos révélaient seulement une petite fraction des espèces présentes et le lien entre les trous et les animaux était difficile à établir. Plusieurs animaux s'enfouissent : des mollusques, des polychètes, des amphipodes, des copépodes, des némertes, par exemple. Dans le même ordre d'idée, deux études similaires n'ont pas réussi à établir de lien entre les traces de bioturbation et les organismes. De plus, les résultats d'un projet appelé « Neptune et Vénus » sur la côte ouest indiquent que les traces d'un même organisme peuvent varier de forme dans le temps. Un échantillonnage des organismes, couplé aux photos, est donc inévitable.

Pressions environnementales dans la ZPM

L'érosion des berges a fait l'objet d'une présentation, tandis que les effets potentiels des barrages hydroélectriques sur la diversité ont été considérés lors des discussions.

Érosion des berges dans le secteur de la ZPM

- présenté par Pascal Bernatchez (UQAR) (sa présentation, prévue au deuxième atelier mais annulée, a été reportée au présent atelier, vu l'importance de l'érosion dans le secteur Manicouagan)

L'évolution du complexe deltaïque de la péninsule de Manicouagan

Les systèmes littoraux et intertidaux sont étroitement liés à l'héritage postglaciaire. Lors de la dernière déglaciation, le niveau marin maximal atteint a été de 170 m dans la région de Manicouagan, il y a de cela environ 11 500 ans (Bernatchez et al., 1999). Ensuite, une émergence graduelle des terres s'est effectuée,

Indicator potential of animal traces

Various animal traces are visible on the photos of the sea floor. At times, the species associated with a certain type of track can be identified. In the summer of 2006, a camera left functioning for a few hours on the sea floor of the MPA observed the movement of organisms, for example orange sea pens that bury themselves completely and then re-emerge.

A project was carried out in the Saguenay fjord, consisting of a double inventory (photos and samples) of the epibenthos. The photos revealed only a small fraction of the species present and the link between the holes and the animals was difficult to establish. Many animals bury themselves: molluscs, polychaetes, amphipods, copepods, nemertean worms, for example. Along the same line, two similar studies were also unable to establish a link between traces of bioturbation and organisms. In addition, results from a project called "Neptune and Venus" on the west coast showed that traces made by the same organism can change shape over time. Sampling of the organisms, along with photos, is thus unavoidable.

Environmental pressures in the MPA

Bank erosion was the subject of a presentation, whereas the potential effects of hydroelectric dams on diversity were considered during the discussions.

Bank erosion in the MPA region

- presented by Pascal Bernatchez (UQAR) (his presentation, scheduled for the second workshop but cancelled, was given at the present workshop, in light of the significant erosion in the Manicouagan region)

Evolution of the deltaic complex of the Manicouagan peninsula

The littoral and intertidal systems are closely linked to the postglacial heritage. During the last deglaciation, the maximum sea level reached 170 m in the Manicouagan region about 11,500 years ago (Bernatchez et al., 1999). Afterwards, a gradual emergence of land occurred, until a relatively stable period 7,500 years ago, where

jusqu'à une période de stabilité relative il y a 7 500 ans, où le niveau marin était similaire au niveau actuel. La phase de stabilité a été suivie par une autre hausse du niveau marin (la transgression laurentienne), qui a duré jusqu'à 4 000 ans avant aujourd'hui. Ces deux dernières périodes ont formées de grandes surfaces d'érosion qui constituent actuellement les grandes battures et zones intertidales du Saint-Laurent.

La dernière grande phase d'apport sédimentaire date d'environ 9 000 ans. Une autre phase relativement importante s'est terminée 3 400 ans avant aujourd'hui. Les dernières phases de construction du delta de la Betsiamites datent de cette période. Finalement, une légère fluctuation avec une phase de sédimentation fine a eu lieu environ 2 000 ans avant notre époque. Beaucoup de marais le long des rives du Saint-Laurent se sont formés pendant cette période. À partir de cette période, le milieu côtier ressemble à celui que l'on connaît actuellement, avec des falaises composées d'argile ou de silt et des sédiments sableux. Les anciennes surfaces d'érosion sont découvertes lorsque les plages sablonneuses s'abaissent en périodes de déficit sédimentaire.

Pour la péninsule Manicouagan, le transit sédimentaire dominant est latéral, c'est-à-dire que les sédiments se déplacent par la dérive littorale. Les sédiments transitent probablement vers les rivières pour ensuite être évacués vers le chenal Laurentien.

L'érosion côtière

À l'échelle de l'estuaire et du golfe, 3200 stations de monitoring permettent de suivre l'érosion. Des valeurs annuelles maximales de recul de plusieurs mètres par année ont été enregistrées récemment. Ces valeurs restent élevées d'année en année et les avancées sont rares. Un article publié en 2004 (Bernatchez et Dubois 2004) fait le bilan des taux de recul à l'échelle de l'estuaire et du golfe. Pour la Côte-Nord, le taux de recul moyen mesuré à partir du système de suivi a été d'environ 90 cm par année entre 2000 et 2006.

Dans la région de la péninsule Manicouagan et de Betsiamites, on peut distinguer deux grandes catégories de côtes en fonction des processus d'érosion : les côtes basses sablonneuses et les côtes à falaises argileuses.

the sea level was similar the one of today. The stable period was followed by another increase in sea level (Laurentian transgression), which lasted up to 4,000 years ago. These last two periods shaped the large erosion surfaces, which are currently forming the wide foreshores and intertidal areas of the St. Lawrence.

The latest large sediment input occurred around 9,000 years ago. Another relatively significant phase ended 3,400 years ago. The latest construction phases of the Betsiamites delta occurred at this time. Finally, a small fluctuation along with a fine sedimentation phase occurred around 2,000 years ago. Many marshes along the shores of the St. Lawrence formed during this period. From this point in time, the coastal environment began looking like it does today, with cliffs composed of clay and silt and sandy sediments. The old erosion surfaces emerge as the sandy beaches disappear in times of sedimentary deficit.

For the Manicouagan peninsula, the dominant sedimentary transit is lateral, *i.e.* sediments move along with the littoral or long-shore drift. Sediments probably transit to the rivers, from where they are evacuated towards the Laurentian Channel.

Coastal erosion

For the entire Estuary and Gulf, a total of 3,200 monitoring stations allow erosion to be followed. Maximum annual retreat values of several meters per year have recently been recorded. These values remain high year after year and advances are rare. An article published in 2004 (Bernatchez and Dubois 2004) summarizes the retreat rates for the Estuary and Gulf. On the North Shore, the average retreat rate measured with the monitoring system was around 90 cm per year between 2000 and 2006.

In the Manicouagan peninsula and Betsiamites regions, two great shoreline categories can be recognized with regard to the erosion processes: the low sandy shorelines and the clay-dominated cliff shorelines. Wave action

L'action des vagues joue un rôle important pour l'érosion des systèmes sableux. Pour l'érosion des systèmes à falaises argileuses, les processus hydrogéologiques (les précipitations intenses, l'écoulement souterrain) et cryogéniques (le gel-dégel) sont les plus importants. La photo-interprétation a permis de tracer l'évolution du littoral depuis 1931.

Dans le cas des côtes sablonneuses, en général, 50 % des côtes étaient stables de 1930 à 1996. Depuis 1998, le pourcentage de côtes érodées a doublé et un déséquilibre sédimentaire s'est installé. La pente d'équilibre de 32-33 degrés est rarement atteinte, les falaises sablonneuses demeurent verticales et continuent à reculer latéralement.

Les côtes à falaises argileuses évoluent par coups. La réactivation de ces falaises (des glissements de terrain) se fait principalement en raison des processus hydrogéologiques. Un glissement de terrain est généralement déclenché par des précipitations intenses et souvent les reculs se font lors de redoux hivernaux. Le couvert de neige sur les falaises agit comme un couvert thermique, atténuant l'effet des cycles de gel-dégel. Toutefois, une diminution importante des précipitations neigeuses dans l'estuaire et le golfe a été enregistrée dans les dernières années et la fréquence des redoux en hiver accompagnés de pluies a augmenté.

Des résurgences d'eau souterraine se produisent dans les falaises le long de la côte de la péninsule Manicouagan. Cette eau provient probablement des tourbières à l'arrière-côte. L'écoulement d'eau est parfois assez fort pour transporter du sédiment sableux de la partie supérieure vers la partie inférieure de la plage. Ces résurgences déstabilisent les falaises.

Après un glissement de terrain, le lobe de glissement stabilise la base de la falaise. En présence d'une plage, qui agit comme protection contre l'action des vagues, les lobes de glissement à la base de la falaise restent en place. Dans les dix dernières années, les sédiments qui composent les lobes de glissement sont souvent évacués par l'action des vagues dans l'année même, et le processus peut se poursuivre continuellement.

plays an important role in the erosion of sandy systems. For the erosion of clay cliff systems, hydrogeological (heavy precipitation, underground runoff) and cryogenic processes (freeze and thaw) are the most significant ones. Photo interpretation allowed tracking of the evolution of the littoral since 1931.

In the case of sandy shorelines, 50% of the shorelines were in general stable from 1930 to 1996. Since 1998, the percentage of eroded shorelines has doubled and a sedimentary imbalance has set in. The slope balance of 32-33 degrees is rarely reached; the sandy cliffs remain vertical and continue to recede laterally.

Clay cliff shorelines evolve in spurts. The reactivation of these cliffs (land slides) is mostly caused by hydrogeological processes. A land slide is usually triggered by heavy precipitations and a retreat often occurs during a midwinter thaw. In addition, the snow cover on the cliffs acts like a thermal blanket, attenuating the effects of the freeze-thaw cycle. A significant decrease in snow precipitation in the Estuary and Gulf has been recorded in recent years and the frequency of midwinter thaws accompanied by rain has increased.

Underground water resurgence occurs in the cliffs along the Manicouagan peninsula shoreline. This water probably originates from the peat bogs on the backshore. Water runoff is sometimes strong enough to carry sandy sediment from the upper part to the lower part of the beach. These resurgences destabilize the cliffs.

After a land slide, the lobe of the slide stabilizes the base of the cliff. In the presence of a beach, which protects against wave action, landslide lobes at the base of the cliff remain in place. Over the last ten years, the sediment that makes up the landslide lobes are often evacuated by wave action within the same year, and the process may go on continuously.

La diminution de la glace favorise également le déficit sédimentaire. Depuis 1998, la glace sur le littoral recouvre uniquement la partie supérieure de la plage. Un transit sédimentaire de la partie inférieure de la plage se fait donc même pendant l'hiver, car la plage n'est pas protégée de l'action des vagues. Aussi, le pied de glace se termine au milieu de la plage sablonneuse et réfléchit les vagues de la même manière qu'un muret. Depuis 2000, on mesure sur la Côte-Nord les abaissements de la surface de la plage qui peut atteindre 2 m verticalement (jusqu'à 1 m dans l'anse à la Peinture, près de Pointe Manicouagan), ce qui provoque des inondations plus fréquentes de la partie supérieure de la plage.

La présence de terrasses de plage au pied des falaises indique un état d'équilibre sédimentaire du système côtier. Ces accumulations sablonneuses, parfois végétalisées, se déplacent latéralement de manière naturelle. Sur la péninsule de Manicouagan, de 1931 à 1965, une telle accumulation se trouvait généralement sur les plages. Entre 1965 et 1996, des zones d'accumulation et des zones d'érosion se côtoyaient. Depuis 1998, les zones d'érosion sont généralisées et les terrasses de plage sont pratiquement absentes, ce qui indique l'existence d'un déséquilibre sédimentaire.

Zostère et myes

Une diminution des cordons sableux sur le bas estran de la péninsule Manicouagan semble avoir eu lieu depuis au moins 1996, mais une étude détaillée n'a pas été effectuée. Les cordons sableux sont formés par les vagues et constituent un habitat pour la mye commune. Certains cordons sableux ont été érodés, notamment dans les secteurs de l'anse à la Peinture et entre Pointe Paradis et Baie Saint-Ludger. L'érosion de ces cordons sableux expose les sédiments pro-deltaïques, composés principalement de silt sableux. La zostère, qui se développe de manière optimale dans ce mélange de sable et de silt, a pris de l'expansion dans ces secteurs. Le déficit sableux semble donc favoriser la zostère.

Les blocs de glace dans les herbiers de zostères provoquent la création de marelles. Avec la diminution de l'épaisseur du couvert de glace, les blocs sur le bas estran sont plus mobiles, ce qui favorise probablement

The decrease of ice also promotes sedimentary deficit. Since 1998, ice on the littoral only covers the upper part of the beach. Thus, a sedimentary transit from the lower part of the beach occurs even in winter, because the beach is not protected from wave action. In addition, the ice foot ends in the middle of the sandy beach and reflects the waves in the manner of a wall. Since 2000, lowerings of the beach height on the North Shore of up to 2 m have been registered (up to 1 m at Anse à la Peinture, near Pointe Manicouagan), which causes more frequent floodings of the upper portion of the beach.

The occurrence of beach berms at the foot of the cliffs indicates sedimentary balance of the coastal system. These sandy accumulations, sometimes vegetated, naturally move laterally. On the Manicouagan Peninsula, between 1931 and 1965, this type of accumulation was usually found on the beaches. Between 1965 and 1996, accumulation areas and erosion areas were observed side by side. Since 1998, erosion areas are extensive and beach berms are almost completely absent, indices suggesting sedimentary imbalance.

Eelgrass and softshell clams

A decrease of shoestring sand on the lower foreshore of the Manicouagan Peninsula appears to have occurred since at least 1996, but a detailed study has not been done. Shoestring sand is formed by waves and constitutes a habitat for softshell clams. Some of the shoestring sand has been eroded, particularly in the sectors of Anse à la Peinture and between Pointe Paradis and Baie Saint-Ludger. The erosion of shoestring sand exposes the pro-deltaic sediment, composed mainly of sandy silt. Eelgrass, which develops in optimally in this sand-silt mix, has expanded in these areas. The sandy deficit appears to favour the eelgrass.

Ice boulders in the eelgrass beds create ice-made pools. With the decrease in thickness of the ice cover, the ice boulders on the lower foreshore become more mobile, which likely increases the quarrying of the eelgrass. An

l'arrachement glaciaire des zostères. En revanche, une diminution encore plus importante de la glace pourrait entraîner la disparition des marelles, laissant des herbiers semblables à ceux du milieu tempéré. La présence de marelles augmente la complexité structurale de l'herbier et par conséquent la diversité biologique.

Structures de défense

La tendance naturelle d'érosion de la péninsule de Manicouagan est amplifiée par les activités anthropiques de défense côtière. L'étendue (km de plage) des structures de défenses est passée de 18 % à près de 30 % de 1995 à 2006. En 2003, 60 % des falaises enrochées étaient sableuses. À l'état naturel, ces falaises alimentent le système côtier en sédiment. L'enrochement réduit ces apports en sable, ce qui pourrait affecter les habitats intertidaux.

Les murets et les enrochements favorisent le déficit sédimentaire de la zone côtière, car ils sont réfléchissants. Lorsque les vagues frappent un muret, les forces réfléchissantes entraînent les sédiments vers le large. La plage a donc tendance à être plus étroite devant les murets, voire parfois même à disparaître (réduction de la largeur et abaissement vertical de la plage). Par ailleurs, l'enrochement des falaises est inefficace lorsque l'érosion est associée à des processus d'écoulement souterrain plutôt qu'à l'action des vagues.

Une solution plus durable serait de restaurer les plages en les rechargeant en sédiments et en recréant le profil d'équilibre. À Sept-Îles, une expérience a démontré qu'une plage restaurée par un rechargement en sable (dune de sable artificielle) fournit une protection supérieure à un enrochement.

Barrages hydroélectriques

Une des pressions anthropiques majeures dans le secteur de la ZPM est la présence de barrages hydroélectriques sur les rivières se jetant dans la ZPM. Parmi les facteurs à considérer, on a mentionné la distance entre les barrages et le milieu marin et le contrôle des débits, surtout la crue printanière moins importante et l'étiage en hiver moins prononcé. On a souhaité pouvoir identifier les composantes du système touchées par cette pression.

additional decrease of ice could cause the disappearance of ice-made pools and leave eelgrass beds similar to the ones in temperate climate areas. The occurrence of ice-made pools increases the structural complexity of the eelgrass beds and consequently the biological diversity.

Defence structures

The natural erosion trend of the Manicouagan Peninsula is amplified by anthropogenic coastal defence activities. The extent (length) of coastal defence structures increased from 18% of the littoral to almost 30% between 1995 and 2006. In 2003, 60% of riprapped cliffs were sandy. In their natural setting, these cliffs feed the coastal system with sediment. Riprapping reduces these sand input, which could affect the intertidal habitats.

The walls and the riprap increase sedimentary deficit of the coastal area, since they are reflective. When the waves hit the wall, the reflective forces bring sediments seawards. The beach therefore tends to be narrower in front of these walls, and sometimes even to disappear (width reduction and vertical drop of the beach). Furthermore, riprapping of cliffs is ineffective when erosion is associated with underground runoff processes rather than wave action.

A more sustainable solution would be to restore the beaches by reloading them with sediment and recreating a balanced profile. At Sept-Îles, an experiment demonstrated that a beach that was restored by reloading it with sand (artificial sand dune) provided better protection than riprapping.

Hydroelectric dams

One of the major anthropogenic pressures in the MPA sector is the existence of hydroelectric dams on the rivers feeding into the MPA. Among the factors to consider, the distance between the dams and the marine environment was mentioned, as well as the control of the flow rates, particularly the smaller spring freshets and higher minimum flows in winter. It would be important to identify the system components affected by this pressure.

Une modélisation a été faite pour évaluer l'effet du harnachement de la rivière Romaine sur la production primaire. Le modèle prédit très peu de changement en productivité moyenne pour la zone côtière. L'hypothèse que les crues printanières soient étroitement liées à un pic de production, parce qu'elles créent un appel d'eau profonde et amènent des sels nutritifs, n'est donc pas confirmée. Le milieu de la ZPM pourrait toutefois être différent.

Un expert souligne que la crue printanière, à l'état naturel, évacue les sédiments arrivant en transit par la dérive littorale. Un des effets de la régulation des rivières étant l'absence de cette crue, les sédiments plus grossiers ne sont plus évacués. En particulier, le chenal de la rivière aux Outardes a migré vers la rive ouest et est partiellement remblayé. Ainsi, depuis la mise en place des barrages sur la rivière aux Outardes, les plages sur la rive ouest de l'embouchure de la rivière ont disparu, notamment à Chutes-aux-Outardes et Ragueneau. De plus, le turbinage pendant l'hiver a pour effet de fragiliser et diminuer le couvert de glace dans l'estuaire de ces rivières, ce qui est le cas pour la Betsiamites. L'eau des rivières contrôlées est également plus chaude.

Les quantités de sédiments apportées par des rivières vers la mer sont importantes, dans l'ordre de dizaines de milliers de tonnes par année. Des données existantes permettent de comparer la matière transportée avant et après les barrages. Des paramètres comme la température, le contenu en sels nutritifs et en matières dissoutes/en suspension changent également suite à un harnachement. Ces chiffres devraient également être mis en relation avec les changements qui se produisent sur le littoral. Les études faites par Bernard Long (Cataliotti-Valdina et Long 1984) sur la rivière aux Outardes font état des volumes de sédiments en suspension après le harnachement (NDLR : La charge de matières en suspension en période de crue est moindre par rapport à des rivières nordiques non régularisées, et les particules sont plus fines).

Plusieurs espèces de poissons dépendent de la zone de transition de salinité. Il semble que les variations des débits d'eau à court terme (d'un jour à l'autre) sont élevées, ce qui pourrait perturber la structure hydrologique des

Modeling has been conducted to assess the effect of harnessing the Romaine River on primary production. The model predicted very little change in terms of average productivity for the coastal area. The theory that spring freshets are closely linked to a production peak, because they create deep water upwelling and bring nutrient salts, is therefore not confirmed. The MPA environment could however be different.

An expert mentioned that the spring freshet, in its natural state, evacuates the sediments arriving by littoral drift. One of the impacts of river regulating is the absence of this freshet, and the coarser sediments are therefore no longer evacuated. In particular, the Outardes River channel has migrated towards the western shore and is partially filled. Since the construction of the dams on the Outardes River, the beaches on the western shore of the river mouth have thus disappeared, notably at Chutes-aux-Outardes and Ragueneau. In addition, turbine action in winter weakens and reduces the ice cover in the estuaries of these rivers, which certainly is the case for the Betsiamites River. The water from controlled rivers is also warmer.

The quantity of sediments carried by the rivers towards the sea is considerable, at the order of tens of thousands of tons per year. Existing data allow the amounts carried before and after the construction of the dams to be compared. Parameters such as temperature, nutrient and suspended/dissolved matter contents also change when a river is harnessed. These data should also be related to the changes occurring on the littoral. The studies conducted by Bernard Long (Cataliotti-Valdina and Long 1984) on the Outardes River describe the amounts of suspended sediment after the harnessing (editors' note: the suspended matter load in spring freshet is lower as compared to non-regulated northern rivers, and the particles are finer).

Several fish species depend on the salinity transition zone. It appears that the short term water flow variations (day to day) are high, which could disrupt the hydrological structure of the river estuaries.

estuaires de rivières.

Outils potentiels pour le suivi de la ZPM

Biomarqueurs

- *présenté par Robert Roy (DSOE – Sciences de l'environnement)*

Un biomarqueur est un composé biochimique spécifique présent dans l'organisme, avec une caractéristique moléculaire particulière qui la rend utile pour mesurer le progrès d'une maladie ou les effets d'un traitement. C'est la réponse (biochimique, physiologique ou histologique) des organismes à un contaminant, indiquant l'exposition ou les effets de l'exposition. C'est un outil prédictif.

Les biomarqueurs sont caractérisés 1) par la spécificité pour un contaminant ou une classe de contaminants, 2) par la sensibilité puisqu'ils réagissent aux faibles teneurs de contaminants, ainsi que 3) par la précocité, en étant un système d'alerte pour des niveaux d'organisation supérieurs.

Espèce sentinelle principale

L'espèce sentinelle principale utilisée par Robert Roy est l'épinoche à trois épines (*Gasterosteus aculeatus*). L'espèce est abondante dans l'estuaire et sert de proie pour les oiseaux et les poissons.

Chez l'épinoche, on surveille des biomarqueurs pour vérifier l'exposition aux pesticides organophosphorés, aux produits perturbateurs endocriniens et aux composés organiques. Le premier groupe de produits cause de la neurotoxicité, tandis que les perturbateurs endocriniens affectent la reproduction. Les composés organiques sont biotransformés par l'organisme.

Neurotoxicité

Les pesticides organophosphorés causent de la neurotoxicité par une diminution d'acétylcholinestérase (AChE), ce qui affecte le comportement. La concentration de l'enzyme AChE est un biomarqueur pour l'exposition aux organophosphorés et un indicateur de la neurotoxicité.

Perturbation endocrinienne

Les sources des perturbateurs endocriniens sont des rejets municipaux (œstrogènes :

Potential tools for the MPA monitoring

Biomarkers

- *presented by Robert Roy (OESB – Environmental Sciences)*

A biomarker is a specific biochemical component present in the organism, with a particular molecular characteristic that makes it useful to measure the progress of a disease or the effects of a treatment. It is the response (biochemical, physiological or histological) of organisms to a contaminant, indicating the exposure or the effects of the exposure. It is a predictive tool.

Biomarkers are characterized 1) by their specificity for a contaminant or a class of contaminants, 2) by their sensitivity since they react to low contaminant levels and 3) by their precocity, being an alarm system for superior organizational levels.

Principal sentinel species

The principal sentinel species used by Robert Roy is the threespined stickleback (*Gasterosteus aculeatus*). The species is abundant in the Estuary and serves as prey for birds and fish.

For the threespined stickleback, several biomarkers are monitored to assess exposure to organophosphorous pesticides, endocrine disruptive chemicals and organic components. The first group of products causes neurotoxicity, whereas endocrine disruptors affect reproduction. Organic components are biotransformed by the organism.

Neurotoxicity

Organophosphorous pesticides cause neurotoxicity by reducing acetylcholinesterase (AChE), which affects behaviour. The concentration of the enzyme AChE is a biomarker for exposure to organophosphorous pesticides and an indicator of neurotoxicity.

Endocrine disruption

The sources of endocrine disruptors are municipal wastewater (oestrogen: natural

hormones naturelles et contraceptifs ; composés œstrogéniques : surfactants, détersifs), des effluents industriels (composés œstrogéniques : surfactants, détersifs, agents plastifiants) et des ruissellements agricoles (œstrogènes : hormones naturelles ; composés œstrogéniques : pesticides).

Les perturbateurs endocriniens affectent la reproduction. On a considéré la vitellogénine (VTG), la spiggin et les stéroïdes (gonades). La vitellogénine (VTG) est la protéine de production d'œufs chez les vertébrés non-mammifères et les invertébrés. La présence de VTG chez les mâles est un biomarqueur pour l'exposition aux perturbateurs œstrogéniques. À l'inverse, la présence de la « spiggin », qui est la protéine produite par les épinoches mâles pour faire le nid, est un biomarqueur pour l'exposition aux perturbateurs androgéniques chez les femelles (ex. : fongicides).

Biotransformation

Les composés organiques (HAPs, BPCs, dioxine) sont hydrophobes (lipophiles). Ces composés sont transformés par l'organisme en hydrophiles pour en faciliter l'élimination, via l'enzyme EROD (ethoxyresorufin-o-deethylase). L'activité d'EROD est "induite" par l'exposition à ces composés. Un projet à ce sujet est en cours dans l'estuaire sur le poulamon (DSOE).

La métallothionéine, trouvée dans les invertébrés, est une protéine associée à la régulation des métaux et induite par le mercure et des teneurs élevées de cuivre, zinc et cadmium. Une concentration élevée affecte la reproduction.

Discussion et commentaires

Les sources de contamination dans la ZPM sont les apports des rivières, les eaux usées, les sources diffuses (atmosphériques), ainsi que les anciens dépotoirs, qui contiennent des matières dangereuses. Par exemple, lors de la grande crue en 1996, des déchets provenant de plusieurs anciens dépotoirs à Chutes-aux-Outardes et à Ragueneau, entre autres d'anciennes carcasses de voiture, se sont retrouvés dans l'estuaire. Il serait intéressant, dans un contexte de ZPM, de connaître l'importance de la contamination par divers produits provenant de ces sources.

Dans un premier temps, il faudrait regarder

hormones and contraceptives; oestrogenic components: surfactant, detergents), industrial waste (oestrogenic components: surfactant, detergents, plasticizers) and agricultural runoff (oestrogen: natural hormones, oestrogenic components: pesticides).

Endocrine disruptors affect reproduction. Vitellogenin (VTG), spiggin and steroids (gonads) were considered. Vitellogenin (VTG) is the egg production protein in non-mammal vertebrates and in invertebrates. The presence of VTG in males is a biomarker for exposure to oestrogenic disruptors. On the other hand, the presence of spiggin, which is the protein produced by male sticklebacks to build their nest, is a biomarker for exposure to androgenic disruptors in females (e.g. fungicide).

Biotransformation

Organic components (PAHs, PCBs, dioxins) are hydrophobic (lipophilic). The organism transforms these components into hydrophils via the EROD enzyme (ethoxyresorufin-o-deethylase) to facilitate their elimination. The EROD activity is induced by exposure to these components. A project on this is in progress in the Estuary on Atlantic tomcod (OESB).

Metallothionein, found in invertebrates, is a protein associated with metal regulation and induced by mercury and high contents of copper, zinc and cadmium. High concentrations affect reproduction.

Discussions and comments

Contamination sources in the MPA are the river discharges, the wastewater, the non-point sources (atmospheric), as well as the old dumpsites that contain hazardous waste. For example, during the great spring freshet in 1996, several old dumpsites at Chutes-aux-Outardes and Ragueneau, old cars among other things, found their way into the Estuary. It would be interesting, within the MPA context, to know the significance of the contamination by various products from these sources.

As a first step, the hydrology must be

l'hydrologie et sa teneur en contaminants. Par ailleurs, les poissons étant plus sensibles que les invertébrés envers la plupart des composés, ils seront de meilleures espèces indicatrices pour la présence de ces substances.

Monitoring génétique

- présenté par Jean-Marie Sévigny (DSHA)

Le phoque commun

L'objectif de l'étude est de décrire la structure génétique des populations du phoque commun (*Phoca vitulina concolor*) à l'échelle de l'Atlantique nord-ouest et de déterminer le degré d'isolement de la population du Bic et de Métis. Des échantillons de peau ou de muscle ont été obtenus aux sites suivants : Bic, Métis, Île d'Anticosti, Île du Prince Édouard, Cap Breton, Terre-Neuve Labrador, Baie d'Hudson, Île de Sable, Baie de Fundy et de la côte de la Nouvelle-Écosse.

L'analyse de dix marqueurs microsatellites disponibles a montré que les échantillons de la baie d'Hudson et de l'Île de Sable représentent deux populations homogènes et isolées. Les échantillons de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent et de l'Atlantique appartiennent à un ou deux groupes hétérogènes. Les résultats des analyses des séquences de la région contrôle de l'ADN mitochondrial (génomme transmis par la mère) supportent généralement la structure observée à l'aide des microsatellites. Ce travail se poursuit.

La mye commune

L'objectif est de faire une caractérisation génétique de la mye commune (*Mya arenaria*) à l'échelle du golfe du Saint-Laurent. Des échantillons ont été recueillis dans le Saguenay, l'estuaire (un échantillon dans la ZPM Manicouagan), le golfe et Terre-Neuve. Les échantillons contiennent plusieurs classes de taille ce qui permettra d'estimer la variabilité temporelle des caractéristiques génétiques. Le développement des marqueurs microsatellites est en cours et trois microsatellites ont été détectés.

Plusieurs outils sont en développement présentement et des programmes utilisant la mye comme espèce sentinelle pourraient être mis en place. Des collègues à l'ISMER et à Environnement Canada ont développé des biomarqueurs, et Catherine Couillard (DSOE)

considered and its contaminant content. Furthermore, fish being more sensitive than invertebrates to most components, they would be better indicator species for the presence of these substances.

Genetic monitoring

- presented by Jean-Marie Sévigny (FAD)

Harbour seal

The objective of the study was to describe the genetic structure of harbour seal populations (*Phoca vitulina concolor*) throughout the north-west Atlantic and to determine the degree of isolation of the Bic and Metis population. Skin or muscle samples were taken at the following sites: Bic, Metis, Anticosti Island, Prince Edward Island, Cape Breton, Newfoundland-Labrador, Hudson Bay, Sable Island, Bay of Fundy and on the shore of Nova Scotia.

The analysis of ten available microsatellite markers showed that samples from Hudson Bay and Sable Island represented two homogeneous and isolated populations. Samples from the Estuary and Gulf of St. Lawrence and the Atlantic belong to one or two heterogeneous groups. The results from sequential analyses of the control region in mitochondrial DNA (genome transmitted by the mother) generally support the structure observed with the microsatellites. This work continues.

Softshell clam

The objective is to perform a genetic characterization of the softshell clam (*Mya arenaria*) throughout the Gulf of St. Lawrence. Samples have been collected in the Saguenay, the Estuary (one sample in the Manicouagan MPA), the Gulf and Newfoundland. Samples contain several size classes, which will allow the temporal variability of the genetic characteristics to be estimated. The development of microsatellite markers is in progress and three microsatellites have been identified.

Several tools are currently being developed and programs using the softshell clam as a sentinel species could be implemented. Colleagues at ISMER and Environment Canada have developed biomarkers, and Catherine Couillard (OESB) is interested in the DNA changes that

s'intéresse aux modifications que peuvent causer les contaminants au niveau de l'ADN.

Le monitoring génétique

Un article récent parle de deux catégories de monitoring génétique (Schwartz et al. 2007).

La catégorie 1 s'adresse surtout aux grands mammifères, aux vertébrés terrestres, et utilise les marqueurs moléculaires pour faire du marquage de capture-recapture. Des pièges sont utilisés pour que les animaux laissent un peu de poil ou de peau, suffisants pour obtenir des empreintes génétiques des animaux. De cette façon, on peut obtenir des abondances de population et des patrons de migration. La méthode peut être appliquée pour les mammifères marins.

La catégorie 2 est l'identification des espèces (et sous-espèces, etc.). Des marqueurs moléculaires permettent d'identifier les espèces. Par exemple, le problème de taxonomie sur le buccin pourrait être résolu avec la génétique. Jean-Marie Sévigny a travaillé sur le sébaste (*Sebastes* sp.), la morue franche (*Gadus morhua*) et la morue ogac (*Gadus ogac*) et peut distinguer ces espèces avec des marqueurs microsatellites. Pour un programme de monitoring, l'utilisation des marqueurs moléculaires permet de calculer divers indices génétiques, tels que l'hétérozygotie, la richesse allélique, les fréquences alléliques, etc. Ces indices permettent, notamment, d'estimer l'importance du flux génique entre les populations et les tailles efficaces des populations (le nombre d'individus participant à la reproduction).

L'approche de monitoring génétique comprend quatre parties. D'abord, le choix de l'espèce ou groupe d'espèces s'impose, en considérant les caractéristiques du cycle de vie, notamment les capacités de dispersion. Deuxièmement, les outils moléculaires doivent être développés. Même lorsque des marqueurs microsatellites existent, des ajustements sont requis pour adapter la méthode localement. Ensuite, une caractérisation génétique de la population à l'intérieur de la zone étudiée est requise pour révéler la présence d'une éventuelle microstructure. Chez les mollusques en particulier, le succès reproducteur peut générer de la variation génétique à très faible distance géographique. Aussi, si on travaille avec

contaminants can cause.

Genetic monitoring

A recent article deals with two categories of genetic monitoring (Schwartz et al. 2007).

The first category mostly concerns large mammals, terrestrial vertebrates, and uses molecular markers for capture-recapture tagging. Traps are disposed so that the animals leave a small amount of hair and skin, enough to collect genetic prints of the animal. Population abundances and migration patterns can be obtained this way. The method can be applied to marine mammals.

The second category is the identification of species (and sub-species, etc.). Molecular markers allow the species to be identified. For example, the taxonomy issue on whelk could be resolved with genetics. Jean-Marie Sévigny has worked on redfish (*Sebastes* sp.), Atlantic cod (*Gadus morhua*) and fjord cod (*Gadus ogac*) and can distinguish these species with microsatellite markers. In a monitoring program, the use of molecular markers allows various genetic indices to be calculated, such as heterozygosity, allelic content, allelic frequency, etc. These indices allow, in particular, to estimate the significance of the gene flow between populations and the effective population size (the number of individuals participating in reproduction).

The approach of genetic monitoring comprises four parts. First, the selection of the species or group of species is required, taking into consideration their life cycle characteristics, particularly the dispersal capacities. Second, molecular tools must be developed. Even when microsatellite markers already exist, adjustments are required to adapt the method locally. Third, genetic characterization of the population within the study area is required to reveal a possible microstructure. For molluscs in particular, reproductive success can result in genetic variations within very small geographic distances. Also, if work is conducted on several species, their distributions have to be identified. Finally, archiving the samples is important. A

plusieurs espèces, il faut déterminer leurs distributions. Finalement, l'archivage des échantillons est important. Un échantillon conservé en bon état peut permettre un réexamen lorsqu'une nouvelle méthode est disponible.

Recommandations pour le suivi de la ZPM

Différents aspects de la conception d'un suivi ont été discutés. L'équipe de la ZPM estime important de connaître l'écosystème dans ses composantes principales, c'est-à-dire d'avoir un portrait global du système. Ces composantes doivent être considérées dans le suivi pour permettre la détection de changements dus aux pressions actuelles et futures. L'équipe envisage qu'une attention particulière soit portée aux secteurs influencés par les activités humaines, mais une représentation équilibrée de l'écosystème est également importante, du point de vue d'une approche écosystémique. Selon Gary E. Davis (National Park Service, États-Unis), l'expérience des parcs nationaux aux États-Unis démontre qu'une telle approche est possible et utile (Davis 2005).

Selon plusieurs participants, un monitoring évaluant un impact ou un changement requiert de connaître le patron des pressions exercées par les activités humaines. Il est, par exemple, possible d'obtenir une carte de distribution de l'effort de pêche dans la ZPM des 20 dernières années pour le crabe des neiges, le buccin et la mactre de Stimpson. Les experts ont jugé que la distribution et l'intensité des pressions doivent être incluses dans le processus de réflexion.

Un expert préconise l'approche par pressions environnementales. Ainsi, la pression détermine quel type de communauté et quel secteur doivent être ciblés. Ensuite, des changements dans ces endroits, en rapport avec les pressions, pourront être surveillés.

Un suivi des communautés qui abritent des espèces exploitées pourrait permettre de vérifier s'il y a modification dans la structure de la communauté et ainsi de vérifier si les objectifs de la ZPM concernant l'utilisation durable et la protection de la biodiversité sont atteints.

sample preserved in good condition can permit a re-analysis when a new method becomes available.

Recommendations for the MPA monitoring

Different aspects of the monitoring design have been discussed. The MPA team believes that it is important to understand the ecosystem in its major components, *i.e.* to have an overall portrait of the system. These components should be considered in the monitoring to enable detection of changes caused by present and future pressures. The team envisage to give special attention to the sectors influenced by human activities, but a balanced representation of the ecosystem is also important, from an ecosystem approach perspective. According to Gary E. Davis (National Park Service, United States), the National Parks experience in the United States shows that such an approach is feasible and useful (Davis 2005).

According to several participants, monitoring that assesses an impact or a change calls for information of the pattern of pressures exerted by human activities. It is, for example, possible to obtain a distribution map of the snow crab fishing effort in the MPA over the last 20 years. Likewise for whelk and Stimpson's surfclam. The experts judged that the distribution and intensity of the pressures must be included in the reflection process.

An expert is in favour of the environmental pressure approach. This way, the pressures determine what communities and sectors to target. Subsequently, changes in these areas in relation to the pressures can be monitored.

Monitoring of the communities that harbour exploited species would allow us to verify community structure changes, and thereby to verify compliance with the MPA objectives regarding sustainable use and protection of biodiversity.

Le besoin de sites témoins a été abordé. Selon plusieurs experts, une évaluation d'impact suppose implicitement un site témoin, qui permet d'évaluer l'efficacité de la ZPM. Les patrons d'exploitation des sites témoins doivent également être connus pour assurer la comparabilité. Un expert considère que dans certains cas, lorsque l'historique est connu, de grands changements peuvent être détectés sans avoir recours à un site témoin.

Conclusions de l'atelier 3

Dans les limites des connaissances disponibles, la diversité de la ZPM a été caractérisée et les composantes clés des écosystèmes identifiées. L'impact de certaines pressions environnementales a été abordé, notamment les effets possibles de l'érosion des berges et des barrages hydroélectriques. Plusieurs projets de recherche ont été proposés.

Caractérisation de la diversité

Les connaissances actuelles dans la ZPM ont permis d'apprécier l'importance de plusieurs habitats côtiers pour la diversité du milieu, notamment les herbiers de zostères et la communauté à *Macoma balthica* (bancs coquilliers). L'importance dans la ZPM des herbiers de zostères comme aire d'alevinage et de reproduction pour les poissons a été confirmée. La diversité de la faune benthique dans les herbiers et le banc coquillier était de 40 et 24 taxons, respectivement. Les estuaires et les marais salés ont été reconnus, de façon générale, comme des milieux importants pour la diversité.

Dans l'infralittoral, l'abondance des mollusques est remarquable : les clovisses occupent toute la frange de 0 à 3 m et s'étendent à l'est jusqu'à 10 m, et les mactres de Stimpson y sont abondantes dans certains secteurs entre 7 et 20 m. Le crabe des neiges est présent sur presque toute la superficie de la ZPM. Les données existantes ont démontré que le phoque commun est une espèce résidente assez abondante dans la ZPM.

En eau plus profonde, 48 espèces de poissons ont été identifiées dans la ZPM, les plus abondantes étant l'hameçon atlantique et l'hameçon neigeux, la raie épineuse, deux espèces de lycodes, la lompénie tachetée et le

The need for control sites has been discussed. According to several experts, an impact assessment implicitly supposes a control site, which allows effectiveness of the MPA to be evaluated over time. Exploitation patterns of the control sites must also be known in order to ensure comparability. An expert mentions that in certain cases, when the history is well known, significant changes can be recognized even without a control site.

Conclusions from workshop 3

Within limits of available information, MPA diversity has been characterized and the key components identified. The impacts of some environmental pressures were discussed, in particular the possible effects of bank erosion and of hydroelectric dams. Several research projects were proposed.

Characterization of the diversity

The current knowledge of the MPA allowed the significance of several coastal habitats for the area's diversity to be acknowledged, in particular eelgrass beds and the *Macoma balthica* community (clam beds). The importance for the MPA of the eelgrass beds as a fish nursery and spawning area was documented. The diversity of the benthic fauna in eelgrass and shellfish beds was 40 and 24 taxa, respectively. The estuaries and salt marshes were generally acknowledged as important areas for diversity.

In the infralittoral, mollusc abundance is remarkable: arctic wedge clams occupy the entire fringe from 0-3 m and extend down to 10 m in the eastern part, and the Stimpson's surfclam is also abundant in certain areas at 7-20 m. Snow crab occurs almost throughout the MPA. The existing data showed that the harbour seal is a rather abundant resident species in the MPA.

In deeper water, 48 fish species were identified in the MPA, the most abundant being the Atlantic hookear and the snowflake hookear, the thorny skate, two slipskin species, the daubed shanny and the Atlantic alligatorfish. Five fish

poisson alligator. Cinq espèces de poissons sont rares ou ont un statut précaire. La diversité dans la ZPM semble grande par rapport à d'autres endroits dans l'estuaire et distribuée de façon relativement égale à l'intérieur de la ZPM. En ce qui concerne l'épibenthos, 59 taxons ont été identifiés à partir de photos du fond. En se basant sur la distribution des 24 taxons les plus communs, 6 assemblages d'espèces ont été cartographiés.

Dans la ZPM, en général, les connaissances sur la diversité en eau peu profonde sont beaucoup plus importantes que pour le reste de la zone. Ces lacunes doivent être comblées par des recherches spécifiques (voir projets de recherche).

Composantes clés

Secteurs importants

Des secteurs importants dans la zone littorale sont relativement faciles à reconnaître. Il s'agit des estuaires, du plateau intertidal (comprenant les marais salés, les herbiers de zostères, les battures de sable et les bancs coquilliers) et de l'infralittoral (avec le talus littoral) (tableau 5).

Les participants ont jugé que des secteurs écologiques distincts existent probablement également plus au large, mais que les données exposées sont insuffisantes pour effectuer un zonage basé sur les organismes. Un zonage préliminaire basé sur des conditions physico-chimiques (température et profondeur, type de sédiment) est préférable à ce stade-ci. Toutefois, les experts indiquent que les espèces peu mobiles (sédentaires/fixes) et à développement direct constituent les meilleurs candidats pour caractériser des secteurs écologiques, car elles sont susceptibles de refléter les conditions locales.

Composantes biologiques

Les composantes biologiques suivantes sont considérées comme importantes pour la diversité biologique de la ZPM Manicouagan (tableau 5) : les herbiers de zostères, les marais salés, les communautés à *Macoma balthica* et les clovises (*Mesodesma arctatum*). Cette liste n'est cependant pas exhaustive.

Plusieurs scientifiques ont souligné qu'en eau plus profonde, l'endobenthos et le suprabenthos constituent probablement, d'un point de vue

species are rare or have a precarious status. The diversity of the MPA appears to be considerable compared to other areas in the Estuary and distributed relatively evenly within the MPA. As for the epibenthos, 59 taxa were identified on seafloor photos. Based on the distribution of the 24 most common taxa, 6 species assemblages were mapped.

In the MPA, in general, the information on diversity is much better in shallow water than in the rest of the area. These gaps should be addressed with specific research projects (see research projects).

Key components

Important sectors

Important areas in the littoral zone are relatively easy to identify: the estuaries, the intertidal shelf, (including salt marshes, eelgrass beds, sand foreshores and shellfish beds) and the infralittoral (with the littoral slope) (Table 5).

The participants mentioned that distinct ecological sectors probably also exist further offshore, but that the data presented is insufficient for an organism-based zoning. A preliminary zoning based on physico-chemical conditions (temperature and depth, sediment type) is better for the time being. However, the experts indicated that the less mobile species (sedentary/fixed) and with direct development constitute the best candidates for characterizing the ecological zones, because they are likely to reflect the local conditions.

Biological components

The following biological components are considered as significant for biological diversity in the Manicouagan MPA (Table 5): eelgrass beds, salt marshes, *Macoma balthica* communities and softshell clams (*Mesodesma arctatum*). However, this list is not exhaustive.

Several scientists indicated that in deeper water, the endobenthos and suprabenthos probably represent, in numerical terms, the most

numérique, les groupes les plus importants. Le crabe des neiges joue aussi un rôle important en tant que prédateur structurant pouvant affecter la distribution de l'épi- et de l'endobenthos.

important groups. Snow crab also plays a significant role as a structuring predator that can affect the distribution of the epi- and endobenthos.

Le rôle écologique du phoque commun n'a pas été discuté lors de l'atelier, mais des mesures de protection particulières pour cette espèce sont prévues dans la réglementation (distances d'approche). Le plan de gestion de la ZPM mise également sur la sensibilisation et la prévention pour la protection de cette espèce. Les espèces rares ou en péril font aussi l'objet d'une attention particulière.

The harbour seal's ecological role has not been discussed during the workshop, but particular protection measures for this species are scheduled in the regulations (approach distances). In addition, the MPA management plan aims at awareness raising and prevention in order to protect this species. Rare or endangered species also receive special attention.

Tableau 5. Composantes clés des écosystèmes dans la ZPM Manicouagan, identifiées lors de l'atelier sur la diversité biologique / Table 5. Key components of the ecosystems in the Manicouagan MPA, identified during the workshop on biological diversity

	Composantes clés	Key components
Secteurs importants / <i>Important sectors</i>	Les estuaires des rivières	<i>River estuaries</i>
	L'intertidal (marais salés, herbiers, battures, bancs coquilliers)	<i>The intertidal (salt marshes, eelgrass beds, foreshores, clam beds)</i>
Composantes biologiques / <i>Biological components</i>	L'infralittoral (talus)	<i>The infralittoral (slope)</i>
	(D'autres secteurs importants pourraient exister plus au large)	<i>Other important areas could exist further offshore)</i>
	Herbiers de zostères	<i>Eelgrass beds</i>
	Communautés à <i>Macoma balthica</i> (« bancs coquilliers »)	<i>Macoma balthica communities (clam beds)</i>
	Clovisse (<i>Mesodesma arctatum</i>)	<i>Arctic wedge clams (Mesodesma arctatum)</i>
	Marais salés / <i>Salt marshes</i>	<i>Salt marshes</i>
	Crabe des neiges (prédateur structurant)	<i>Snow crab (structuring predator)</i>
	Espèces sédentaires fixes : endobenthos, suprabenthos (amphipodes, gammaridiens et certains tanaïdés et isopodes)	<i>Fixed sedentary species: endobenthos, suprabenthos (amphipods, gammaridians and certain tanaids and isopods)</i>
	Espèces à développement direct (ex : buccin, amphipodes gammaridiens, certains tanaïdés et isopodes)	<i>Direct development species (e.g. whelk, amphipods, gammaridians and certain tanaids and isopods)</i>
Phoque commun ?	<i>Harbour seal?</i>	
Espèces en péril ou rares ?	<i>Species at risk or rare species?</i>	

Pressions environnementales

Certaines pressions environnementales qui pourraient affecter la diversité biologique ont été abordées.

Environmental pressure

Some environmental pressures that could affect the biological diversity have been discussed.

L'érosion importante que connaît la région de la ZPM a été reliée, entre autres, aux

The significant erosion taking place in the MPA region has been related, among other things, to

changements climatiques (diminution de glace et de neige), mais également, à certains endroits, aux barrages hydroélectriques et aux structures de protection contre l'érosion côtière (ex : enrochements).

La présence des barrages hydroélectriques a changé la dynamique sédimentaire dans le secteur, certainement dans l'estuaire de la rivière aux Outardes. L'établissement d'un budget sédimentaire serait à envisager. L'impact possible de la variation de courte durée du débit des rivières sur la zone de transition saline a également été évoqué.

Afin de visualiser le patron de la pression de pêche, le besoin de préparer des cartes à partir de données de débarquement de poissons a été exprimé. La contamination du secteur a été discutée brièvement, mais les données sont insuffisantes pour évaluer l'importance de cette pression dans la ZPM. Des études sur les concentrations dans l'eau et dans les sédiments seraient une première étape pour l'évaluer.

Recherche

Certains projets, déjà réalisés, en cours ou à venir, ont été mentionnés, desquels les gestionnaires de la ZPM pourraient tirer profit (tableau 6).

Des données sur les espèces accessoires capturées lors des relevés scientifiques sur les crabes, pétoncles, mactres, buccins et myes permettraient de comparer les communautés benthiques de la ZPM avec celles d'autres secteurs sur la Côte-Nord. Des données sur la matière transportée par les rivières avant et après la construction des barrages existent et devraient être analysées. Elles aideraient à expliquer les changements en sédimentation qui se produisent présentement sur le littoral.

Le projet BeBOB peut fournir de l'information sur la ZPM concernant des espèces envahissantes, mais également concernant la diversité des organismes qui colonisent les bouées de navigation ancrées dans la ZPM. De plus, l'ISMER prévoit se servir de ces bouées dans la ZPM pour étudier la dispersion des moules bleues.

Plusieurs projets abordant spécifiquement les besoins de la ZPM ont été proposés. D'abord, des études sur l'endobenthos et le

climate change (decrease of ice and snow), but also, in certain areas, to hydroelectric dams and to structures protecting against coastal erosion (e.g. riprap).

The presence of hydroelectric dams has changed the sedimentary dynamics in the region, certainly in the Outardes River estuary. The establishment of a sedimentary budget should be considered. The possible influence of short term flow variation on the salinity transition zone has also been mentioned.

In order to visualize the pattern of the fishing pressure, the need to prepare maps based on data from fish landings was expressed. Contamination of the region has been discussed briefly, but data is insufficient to evaluate the significance of this pressure in the MPA. Studies on the concentrations in the water and in the sediment would be a first step in this evaluation.

Research

Certain projects, past, current or future, from which MPA managers could benefit, were mentioned (Table 6).

Data on by-catch species caught during the scientific surveys on crab, scallop, surfclam, whelk and softshell clams enable a comparison of benthic communities in the MPA with communities elsewhere on the North Shore. Data on matter carried by rivers before and after the dam construction exist and should be analyzed. They would help explain the changes in sedimentation that are currently occurring on the littoral.

The BeBob project can provide information on the MPA concerning invading species, but also on the diversity of organisms that colonize the navigation buoys anchored in the MPA. In addition, ISMER expects to use these buoys in the MPA to study blue mussel dispersal.

Several projects concerning specific needs of the MPA have been proposed. First, endobenthos and suprabenthos studies in

suprabenthos dans l'eau plus profonde sont nécessaires. Des données sur les poissons présents dans les marais salés à marée haute seraient pertinentes. De plus, une étude devrait se faire sur la dynamique à l'interface entre la communauté de poissons de faible profondeur et celle du large. Un suivi futur pourrait se baser sur la sensibilité d'une telle zone d'échange. Des hypothèses concernant les liens entre les processus physiques, la production planctonique et les zones écologiques sur le fond seraient à examiner, y compris l'impact possible des barrages hydroélectriques sur la capacité de production. Doit-on, par exemple, prescrire des débits écologiques pour les rivières se jetant dans la ZPM ? Quelle est la part de production attribuable aux apports d'eau douce et aux apports marins dans la zone intertidale et dans l'infralittoral et comment les apports d'eau douce ont-ils été modifiés ? Finalement, un projet établissant le budget sédimentaire pour la région serait utile.

Suivi

Dans l'ensemble, un suivi écosystémique où l'on considère les composantes clés a été accepté par les experts, mais la distribution et l'intensité des pressions environnementales doivent également être prises en compte dans l'approche globale. Pour d'éventuelles espèces indicatrices, les espèces peu mobiles et à développement direct sont à favoriser.

En ce qui concerne les aspects d'ordre technique, plusieurs spécialistes ont jugé que le design du suivi de la ZPM requiert plusieurs sites témoins, car on souhaite vérifier l'atteinte des objectifs de conservation et évaluer l'efficacité des mesures de gestion dans la zone. Également, les analyses multivariées ont été recommandées pour suivre la diversité, car elles sont plus sensibles que d'autres indices de diversité. Finalement, l'utilisation des photos du fond marin (méthode utilisée dans l'étude sur l'épibenthos de la ZPM) doit être couplée avec un échantillonnage des organismes pour être fiable.

deeper water are necessary. Data on fish present in salt marshes at high tide would be relevant. In addition, a study should be conducted on the interface dynamics between the shallow water community and the offshore community. A future monitoring program could rely on the sensitivity of this type of exchange area. Some theories concerning the links between physical processes, planktonic production and ecological areas on the sea floor should be examined, including the possible impact of hydroelectric dams on production capacity. Should an ecological flow rate, for example, be prescribed for rivers flowing into the MPA? What portion of production is attributable to freshwater discharge and to marine input in the intertidal and infralittoral zone and how has freshwater flow been altered? Finally, a project establishing a sedimentary budget would be useful.

Monitoring

Overall, an ecosystemic monitoring, focusing on the system's key components is accepted by the peers, but the distribution and intensity of the environmental pressures must also be taken into account in the overall approach. For future indicator species, species with direct development and of low mobility should be preferred.

On the more technical side, several specialists considered that the MPA monitoring design requires several control sites in order to enable assessment of the compliance with the conservation objectives and of the efficiency of management measures in the area. Moreover, multivariate analyses were recommended for monitoring diversity, because they are more sensitive than other diversity indices. Finally, the use of sea-floor photos (method used in the MPA epibenthos study) must be coupled with a sampling of organisms in order to be reliable.

Tableau 6. Projets de recherche identifiés lors de l'atelier sur la diversité biologique dans la ZPM Manicouagan / Table 6. Potential research projects identified during the workshop on biological diversity in the Manicouagan MPA

Description des projets	Description of the projects
<p>Bilans – données existantes</p> <ul style="list-style-type: none"> • Analyse de données des relevés de recherche côtiers sur les invertébrés benthiques afin de comparer ZPM et environs • Projet BeBOB : récupérer les données afin de documenter la diversité et les espèces envahissantes <p>Projets à suivre</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dispersion des moules bleues (à venir) • Projet BeBOB (en cours) • Caractérisation génétique de la mye commune (en cours) • Caractérisation génétique des populations de phoque commun (en cours) • Cartographie des habitats (en cours) <p>Recherche sur le terrain</p> <ul style="list-style-type: none"> • Endobenthos et suprabenthos du fond marin en zones circalittorale et bathyale • Poissons utilisant les marais salés à marée haute (+ invertébrés ?) • Dynamique à l'interface entre la communauté de poissons de faible profondeur et celle du large • Liens entre processus physiques, production planctonique et zones écologiques sur le fond • Impact des barrages hydroélectriques sur la production dans la ZPM • Budget sédimentaire 	<p>Summary – existing data</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Analysis of data from coastal research surveys on benthic invertebrates to compare MPA with surroundings</i> • <i>BeBOB project: get data in order to document species diversity and invasive species</i> <p>Projects to follow</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Blue mussel dispersal (to come)</i> • <i>BeBOB project (in progress)</i> • <i>Genetic characterization of softshell clams (in progress)</i> • <i>Genetic characterization of harbour seal populations (in progress)</i> • <i>Habitat mapping (in progress)</i> <p>Research in the field</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Endobenthos and suprabenthos on the seafloor in circalittoral and bathyal areas</i> • <i>Fish using salt marshes at high tide (+ invertebrates?)</i> • <i>Interface dynamics between the shallow water fish community and the offshore fish community</i> • <i>Links between physical processes, planktonic production and ecological areas on the sea floor</i> • <i>Impacts of hydroelectric dams on production in the MPA</i> • <i>Sedimentary budget</i>

REMERCIEMENTS

L'équipe de la ZPM Manicouagan tient à remercier chaleureusement tous les participants pour leur présence aux ateliers. Leurs présentations et leur contribution aux discussions sont très appréciées. Un grand merci également à Gilles Fortin du SIGHAP pour la préparation de cartes utilisées lors des ateliers. L'équipe est satisfaite des résultats et fera de son mieux pour que les suggestions et conseils portent fruits. L'équipe souhaite grandement que cette collaboration bien amorcée perdure pour l'avancement du projet et des connaissances sur la zone.

ACKNOWLEDGEMENTS

The Manicouagan MPA team wants to thank sincerely all the participants for their presence at the workshops. Their presentations and contributions to the discussions are greatly appreciated. Also, thank you to Gilles Fortin from FHAMIS for preparing the maps used during the workshops. The team is satisfied with the workshop results and will do its best to ensure a successful outcome of the suggestions and advise. The team hopes that this well started collaboration will continue for the benefit of the project and the knowledge of the area.

RÉFÉRENCES / REFERENCES

- Bernatchez, P. et Dubois, J.M. 2004. Bilan des connaissances de la dynamique de l'érosion des côtes du Québec maritime Laurentien. *Géographie Physique et Quaternaire* 58 (1) : 45-71.
- Bernatchez, P., Dubois, J.-M.M. et Dionne, J.-C. 1999. Les dépôts coquilliers (faluns) holocènes de Baie-Comeau, Côte-Nord de l'estuaire du Saint-Laurent, Québec. *Journal canadien des sciences de la Terre* 36 : 519-531.
- Brunel, P., Bossé, L., Lamarche, G., Pelletier, L., Morin, Y. et Bazin, A. 1998. Catalogue des invertébrés marins de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent. Publication spéciale canadienne des sciences halieutiques et aquatiques 126. xi + 405 p.
- Cataliotti-Valdina, D. et Long, B.F. 1984. Évolution estuarienne d'une rivière régularisée en climat subboréal : la Rivière-aux-Outardes (côte nord du golfe du St-Laurent, Québec). *Journal canadien des sciences de la Terre* 21 (1) : 25-34.
- Chabot, C., Rondeau, A., Sainte-Marie, B., Surette, T., Archambault, P. et Savard, L. 2007. Abondance et distribution des invertébrés benthiques dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent. *Secr. can. de consult. sci. du MPO Doc. de rech.* 2007/018 + 107 p.
- Davis, G.E. 2005. National Park stewardship and 'vital signs' monitoring: a case study from Channel Islands National Park, California. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 15: 71-89.
- Duchesne, M.J., Long, B.F., Urgeles, R. and Locat, J. 2003. New evidence of slope instability in the Outardes Bay delta area, Quebec, Canada. *Geo-Mar Lett* (22): 233-242.
- Dutil, J.D. et Fortin, M. 1983. La communauté de poissons d'un marécage intertidal de l'estuaire du Saint-Laurent. *Naturaliste Canadien* 110 (4) : 397-410.
- Giguère, M., S. Brulotte et D. Leblanc. 2004. Aperçu de l'exploitation de la mye commune (*Mya arenaria*) entre la rivière Betsiamites et Baie-Trinité, Côte-Nord, Québec. *Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat.* 2539 : viii + 31 p.
- Grant, C. et Provencher, L. 2007. Caractérisation de l'habitat et de la faune des herbiers de *Zostera marina* L. de la péninsule de Manicouagan (Québec). *Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat.* 2772 : viii + 65 p.
- Kostylev, V.E., Todd, B.J., Fader, G.B.J., Courtney, R.C., Cameron, G.D.M. and Pickrill, R.A. 2001. Benthic habitat mapping on the Scotian Shelf based on multibeam bathymetry, surficial geology and sea floor photographs. *Marine Ecology Progress Series* 219, pp. 121-137.
- Lambert, J. 1994. Données non publiées (MPO, IML)
- Lambert, J. et Goudreau, P. 1997. Biologie et exploitation de la mactre de Stimpson (*Mactromeris polynyma*) sur les côtes du Québec. *Secr. can. pour l'évaluation des stocks. Document de recherche* 97/101. 44 p.
- Leclerc, P.-P. et S. Brulotte. 1995. Distribution et abondance relative de la mactre de Stimpson en Haute Côte-Nord et en Gaspésie (1994). MPO. Rapport réalisé dans le cadre du Programme d'adaptation des pêches de l'atlantique (PAPA). Rapport final no. 57 : vii + 17 p.
- Mark, S., Provencher, L. et Albert, E. 2006. Cadre de suivi écologique de la ZPM Manicouagan. Document de travail. Version préliminaire. 109 p.

- MPO 2006a. Évaluation des stocks de buccin des eaux côtières du Québec en 2005. Secr. can. De consult. sci. du MPO, Avis scientifique 2006/001.
- MPO 2006b. Compte rendu de la réunion de l'examen national par les pairs sur les impacts des engins de chalutage et des dragues à pétoncles sur les habitats, les populations et les communautés benthiques. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Compte rendu. 2006/013.
- MPO 2006c. Évaluation du stock de crabe des neiges de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent (zones 13 à 17 et 12A, 12B et 12C) en 2005. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2006/019.
- Plourde, S., Dodson, J.J., Runge, J.A. and Therriault, J.-C. 2002. Spatial and temporal variations in copepod community structure in the lower St. Lawrence Estuary, Canada. *Marine Ecology Progress Series* 230: 221-224.
- Quijón, P.A. and Snelgrove, P.V.R. 2005. Predation regulation of sedimentary faunal structure: Potential effects of a fishery-induced switch in predators in a Newfoundland sub-Arctic fjord. *Oecologia*, 144 (1): 125-136.
- Robitaille, P. 1998. Qualité des eaux des rivières aux Outardes, Manicouagan et Moisie, 1979 à 1996, ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction des écosystèmes aquatiques, Envirodoq n° EN980963, rapport QE-116, 28 p + 4 annexes.
- Sainte-Marie, B., Dufour, R., Bourassa, L., Chabot, D., Dionne, M., Gilbert, D., Rondeau, A., et Sevigny, J.M. 2005. Critères et proposition pour une définition des unités de production du crabe des neiges (*Chionoecetes opilio*) dans l'estuaire et le nord du golf du Saint-Laurent. Secr. can. de consult. scient. du MPO, Doc. de rech., 2005/059.
- Savenkoff, C., Bourassa, M.-N., Baril, D. et Benoît, H.P. 2007. Identification des zones d'importance écologique et biologique pour l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent. Secr. can. de consult. sci. du MPO. Doc. de rech., 2007/015.
- Scallon-Chouinard, P.-M., J.-D. Dutil et S. Hurtubise. 2007. Liste des espèces de poissons inventoriés dans l'estuaire maritime du St-Laurent. *Rapp. techn. can. sci. hal. aquat.* 2719. vi, 58 p.
- Schwartz, M.K., Luikart, G. et Waples, R.S. 2007. Genetic monitoring as a promising tool for conservation and management. *Trends in Ecology and Evolution* 22 (1): 25-33.
- Therriault, J.-C., Painchaud, J. and Levasseur, M. 1985. Factors controlling the occurrence of *Protogonyaulax tamarensis* and shellfish toxicity in the St. Lawrence Estuary: freshwater runoff and the stability of the water column. In: Anderson, D.M., White, A.W. & Baden, D.G.(eds.) *Toxic dinoflagellates*. Elsevier Science, New York, pp. 141–146.

ANNEXES / APPENDICES

ANNEXE 1. Ordres du jour / APPENDIX 1. Agendas

Atelier 1 : Ressources exploitées / Workshop 1: Exploited resources

Le vendredi 15 décembre 2006, de 9 h à midi / Friday December 15, 2006, 9 am to noon

Salle A-554 / Room A-554

9 h 00 Résumé du contexte de la ZPM et objectifs de l'atelier / *Summary of the MPA context and workshop objectives*

Espèces commerciales dans la ZPM / *Commercial species in the MPA*

9 h 15 Buccin commun / *Waved whelk*

(biologie, pêche, suivi, indicateurs, connaissances à acquérir) / *(biology, fishery, monitoring, indicators, knowledge to acquire)*

9 h 45 Mactre de Stimpson / *Stimpson's surfclam*

10 h 15 Pause

10 h 30 Mye commune / *Softshell clam*

11 h 00 Crabe des neiges / *Snow crab*

11 h 30 Synthèse et conclusions / *Summary and conclusions*

Atelier 2 : Productivité et océanographie / Workshop 2: Productivity and oceanography

Le mercredi 24 janvier 2007, de 9 h à 16 h / Wednesday January 24, 2007, 9 am to 4 pm

Salle A-554 / Room A-554

Introduction

9 h 00 Mot de bienvenue et présentation de l'équipe (Elaine Albert) / *Word of welcome and presentation of the team (Elaine Albert)*

Résumé du contexte de la ZPM et des ateliers (Susanne Mark) / *Summary of the MPA context and workshop objectives (Susanne Mark)*

Déroulement de l'atelier (Jean Munro) / *Workshop set-up (Jean Munro)*

Caractérisation de la ZPM – processus bio-océanographiques / *Characterization of the MPA – bio-oceanographic processes*

9 h 30 Bathymétrie et patrons sédimentaires (Richard Sanfaçon et Lizon Provencher) / *Bathymetry and sedimentary patterns (Richard Sanfaçon and Lizon Provencher)*

9 h 45 Température, salinité et oxygène (Denis Gilbert) / *Temperature, salinity and oxygen (Denis Gilbert)*

10 h 00 Courants et circulation (Denis Lefaivre) / *Currents and circulation (Denis Lefaivre)*

10 h 15 Pause

10 h 30 Zooplancton : aspect temporel (Michel Harvey) / *Zooplankton: temporal aspect (Michel Harvey)*

10 h 45 Zooplancton : aspect spatial (Ian McQuinn) / *Zooplankton: spatial aspect (Ian McQuinn)*

11 h 00 Sels nutritifs et phytoplancton (Diane Lavoie) / *Nutrients and phytoplankton (Diane Lavoie)*

11 h 15 Débits des rivières (Mélanie Sabourin) / *River flow rates (Mélanie Sabourin)*

11 h 30 Température et salinité en milieu littoral (Lizon Provencher) / *Temperature and salinity in the littoral environment (Lizon Provencher)*

11 h 45 Algues toxiques (Michael Scarratt) / *Toxic algae (Michael Scarratt)*

12 h 00 Dîner / *Lunch*

13 h 00 Discussion : composantes clés (intégration de l'information exposée) (Jean Munro)

1) Secteurs de productivité, 2) processus principaux, 3) aspects uniques à la ZPM / *Discussion: key components (integration of information presented) (Jean Munro)*

1) Productivity areas, 2) principal processes, 3) unique aspects of the MPA

Pressions environnementales sur les composantes clés / *Environmental pressures on key components*

13 h 30 Érosion (Pascal Bernatchez) – annulée. Sa présentation a été reportée à la troisième table d'expertise / *Erosion (Pascal Bernatchez) – cancelled. His presentation was postponed to the third expertise table*

14 h 00 Hydroélectricité (barrages) : mécanismes d'impacts (discussion générale) / *Hydroelectricity (dams): impact mechanisms (general discussion)*

14 h 30 Pause

14 h 45 Sédimentation et contaminants (Michel Lebeuf) / *Sedimentation and contaminants (Michel Lebeuf)*

Eau d'écoulement (agriculture, tourbières, sites d'enfouissement, réservoirs d'huile) / *Runoff water (agriculture, bogs, dump sites, oil reservoirs)*

Eaux usées (domestiques, municipales, industrielles) / *Waste water (domestic, municipal, industrial)*

Outils potentiels / *Potential tools*

15 h 15 Télédétection (Pierre Larouche) / *Remote sensing (Pierre Larouche)*

15 h 30 Hydroacoustique (Ian McQuinn) / *Hydroacoustics (Ian McQuinn)*

15 h 45 Base de données et cartographie de l'habitat benthique (Jean Munro) / *Database and mapping of the benthic habitat (Jean Munro)*

16 h 00 Conclusions

Atelier 3 : Diversité biologique / Workshop 3: Biological diversity

Le mercredi 7 mars 2007, de 9 h à 16 h / *Wednesday March 7, 2007, 9 am to 4 pm*

Salle A-582 / *Room A-582*

Introduction

9 h 00 Mot de bienvenue et présentation de l'équipe (Nicole Charest et Elaine Albert) / *Word of welcome and presentation of the team (Nicole Charest and Elaine Albert)*

Résumé du contexte de la ZPM et des ateliers (Susanne Mark) / *Summary of the MPA context and workshop objectives (Susanne Mark)*

Déroulement de l'atelier (Jean Munro) / *Workshop set-up (Jean Munro)*

Caractérisation de la ZPM – diversité biologique, communautés et habitats / *Characterization of the MPA – biological diversity, communities and habitats*

9 h 30 Benthos dans le golfe et l'estuaire du Saint-Laurent (Denis Chabot) / *Benthos in the Estuary and Gulf of St. Lawrence (Denis Chabot)*

9 h 45 Benthos dans la baie Sainte-Marguerite (Bernard Sainte-Marie) / *Benthos in Sainte-Marguerite Bay (Bernard Sainte-Marie)*

10 h 00 Benthos en zone profonde et sur bouées (Philippe Archambault) / *Benthos in deep water and on buoys (Philippe Archambault)*

10 h 15 Pause

10 h 30 Poissons de fonds dans la ZPM (Jean-Denis Dutil) / *Groundfish in the MPA (Jean-Denis Dutil)*

10 h 45 Benthos dans le circalittoral et le bathyal de la ZPM (Jean Munro) / *Benthos in the circalittoral and bathyal in the MPA (Jean Munro)*

11 h 00 Faune et flore dans l'intertidal et l'infralittoral de la ZPM (Lizon Provencher) / *Fauna and flora in the MPA intertidal and infralittoral (Lizon Provencher)*

11 h 15 Poissons dans les estuaires (Daniel Hatin) (annulée) / *Fish in the estuaries (Daniel Hatin) (cancelled)*

11 h 30 Marais salés et benthos des estuaires de la ZPM (Susanne Mark) / *Salt marshes and benthos in the MPA estuaries (Susanne Mark)*

11 h 45 Phoque commun dans la ZPM (Elaine Albert) / *Harbour seal in the MPA (Elaine Albert)*

12 h 00 *Dîner* / Lunch

13 h 00 Discussion sur composantes clés (intégration de l'information exposée) (Jean Munro)

- 1) Secteurs caractérisés (diversité), 2) habitats / communautés principaux, 3) aspects uniques
/ *Discussion on key components (integration of information presented) (Jean Munro)*
1) *Characterized areas (diversity), 2) habitats / principal communities, 3) unique aspects*

Pressions environnementales sur les composantes clés (mécanismes d'impacts) / *Environmental pressures on key components (impact mechanisms)*

14 h 00 Érosion (Pascal Bernatchez) / *Erosion (Pascal Bernatchez)*

Hydroélectricité (barrages) / *Hydroelectricity (dams)*

D'autres pressions : eau d'écoulement (agriculture, tourbières, sites d'enfouissement, réservoirs d'huile), eaux usées (domestiques, municipales, industrielles), déchets, pêche et engins de pêche, chasse, transport maritime, écotourisme, hypoxie / *Other pressures: runoff water (agriculture, bogs, dump sites, oil reservoirs), waste water (domestic, municipal, industrial), garbage, fishery and fishing gear, hunting, maritime transport, ecotourism, hypoxia)*

15 h 00 Pause

Outils potentiels / *Potential tools*

15 h 15 Bio-marqueurs (Robert Roy) / *Biomarkers (Robert Roy)*

15 h 30 Diversité génétique (Jean-Marie Sévigny) / *Genetic diversity (Jean-Marie Sévigny)*

15 h 45 Base de données et cartographie de l'habitat benthique (Jean Munro) / *Database and mapping of the benthic habitat (Jean Munro)*

16 h 00 Conclusions

ANNEXE 2. Listes des participants / APPENDIX 2. Lists of participants

Atelier 1 : Table d'expertise sur les ressources exploitées / Workshop 1: Expertise table on exploited resources

Nom / Name	Affiliation
Albert, Elaine	DGO, chargée de projet, ZPM Manicouagan / OMB, project manager, Manicouagan MPA
Giguère, Michel	DSHA, biologiste des mollusques / FAD, mollusc biologist
Lambert, Jean	DSHA, biologiste du crabe des neiges / FAD, snow crab biologist
Mark, Susanne	DGO, biologiste, ZPM Manicouagan / OMB, biologist, Manicouagan MPA
Munro, Jean	DSOE, chef des Sciences de l'habitat / OESB, Habitat sciences chief
Provencher, Lizon	DSOE, biologiste des Sciences de l'habitat / OESB, Habitat sciences biologist

Acronymes :

DGO = Direction de gestion des océans / OMB = Oceans Management Branch

DSHA = Direction des sciences halieutiques et de l'aquaculture / FAD = Fisheries and Aquaculture Direction

DSOE = Direction des sciences océaniques et de l'environnement / OESB = Ocean and Environmental Science Branch

Atelier 2 : Table d'expertise sur la productivité et l'océanographie / Workshop 2: Expertise table on productivity and oceanography

Nom / Name	Affiliation
Albert, Elaine	DGO, chargée de projet, ZPM Manicouagan / OMB, Project manager, Manicouagan MPA
Cabana, Anne-Marie	DGO, chargée de projet GIGSL / Project manager GOSLIM
Dutil, Jean-Denis	DSOE, chercheur et chef du CHIP / OESB, researcher and head of the CHIF
Gilbert, Denis	DSOE, chercheur en océanographie / OESB, oceanography research scientist
Grant, Cindy	DSOE, biologiste des sciences de l'habitat / OESB, Habitat Sciences biologist
Harvey, Michel	DSOE, chercheur en océanographie biologique / OESB, biological oceanography research scientist
Larouche, Pierre	DSOE, chercheur en modélisation physique / OESB, physical modeling research scientist
Lavoie, Diane	DSOE, chercheuse en océanographie biologique / OESB, biological oceanography research scientist
Lebeuf, Michel	DSOE, chercheur en contaminants et écotoxicologie / OESB, contaminants and ecotoxicology research scientist
Lefavre, Denis	SHC, chercheur en océanographie / CHS, oceanography research scientist
Mark, Susanne	DGO, biologiste, ZPM Manicouagan / OMB, biologist, Manicouagan MPA
McQuinn, Ian	DSOE, chercheur en océanographie biologique / OESB, biological oceanography research scientist
Munro, Jean	DSOE, chef des Sciences de l'habitat / OESB, Habitat Sciences chief
Provencher, Lizon	DSOE, biologiste des Sciences de l'habitat / OESB, Habitat Sciences biologist
Sabourin, Mélanie	DGO, biologiste, ZPM, rapporteur / OMB, biologist, MPA, reporter
Sanfaçon, Richard	SHC, gestionnaire de données hydrographiques / CHS, oceanographic data manager
Savenkoff, Claude	DSHA, chercheur en sciences halieutiques / FAD, Fisheries research scientist
Scarratt, Michael	DSOE, chercheur en océanographie biologique / OESB, biological oceanography research scientist
Starr, Michel	DSOE, chercheur en océanographie biologique / OESB, biological oceanography research scientist

Acronymes :

CHIP = Centre d'expertise sur l'hydroélectricité et ses impacts sur le poisson et l'habitat du poisson /

CHIF = Center of expertise on hydropower impacts on fish and fish habitat

DGO = Direction de gestion des océans / OMB = Ocean Management Branch

DSHA = Direction des sciences halieutiques et de l'aquaculture / FAD = Fisheries and Aquaculture Department

DSOE = Direction des sciences océaniques et de l'environnement / OESB = Ocean and Environmental Science Branch

GIGSL = Gestion intégrée du golfe du Saint-Laurent / GOSLIM = Gulf of St. Lawrence Integrated Management

SHC = Service hydrographique du Canada / CHS = Canadian Hydrographic Service

ZPM = Zone de protection marine / MPA = Marine Protected Area

Atelier 3 : Table d'expertise sur la diversité biologique / Workshop 3: Expertise Table on biological diversity

Nom / Name	Affiliation
Albert, Elaine	DGO, chargée de projet, ZPM Manicouagan / OMB, project manager, Manicouagan MPA
Archambault, Philippe	DSOE, chercheur en Sciences de l'habitat / OESB, Habitat Sciences research scientist
Bernatchez, Pascal	Université du Québec à Rimouski (après-midi) / Université du Québec à Rimouski (afternoon)
Cantin, Guy	DGO, chargé de projet, ZPM estuaire (après-midi) / OMB, project manager, Estuary MPA (afternoon)
Chabot, Denis	DSHA, chercheur en écophysiologie (avant-midi) / FAD, ecophysiology research scientists (morning)
Charest, Nicole	DGO, directrice (matin) / OMB, director (morning)
Dionne, Suzan	Parcs Canada, Conservation de ressources naturelles / Parks Canada, Natural Resources Conservation
Dutil, Jean-Denis	DSOE, chercheur, chef du CHIP / OESB, research scientist, head of the CHIF
Fréchette, Marcel	DSHA, chercheur en aquaculture / FAD, aquaculture research scientist
Grant, Cindy	DSOE, biologiste des sciences de l'habitat / OESB, Habitat Sciences biologist
Mark, Susanne	DGO, biologiste, ZPM Manicouagan / OMB, biologist, Manicouagan MPA
Munro, Jean	DSOE, chef des Sciences de l'habitat / OESB, Habitat Sciences chief
Provencher, Lizon	DSOE, biologiste des Sciences de l'habitat / OESB, Habitat Sciences biologist
Roy, Robert	DSOE, chercheur en écotoxicologie / OESB, ecotoxicology research scientist
Sabourin, Mélanie	DGO, biologiste, ZPM, rapporteur / OMB, biologist, MPA, reporter
Sainte-Marie, Bernard	DSHA, chercheur en invertébrés marins / FAD, research scientist, marine invertebrates
Scallon-Chouinard, Pierre-Marc	DSOE, biologiste, CHIP / OESB, biologist, CHIF
Sévigny, Jean-Marie	DSHA, chercheur en génétique / FAD, genetic research scientist

Acronymes :

CHIP = Centre d'expertise sur l'hydroélectricité et ses impacts sur le poisson et l'habitat du poisson /

CHIF = Center of expertise on hydropower impacts on fish and fish habitat

DGO = Direction de gestion des océans / OMB = Ocean Management Branch

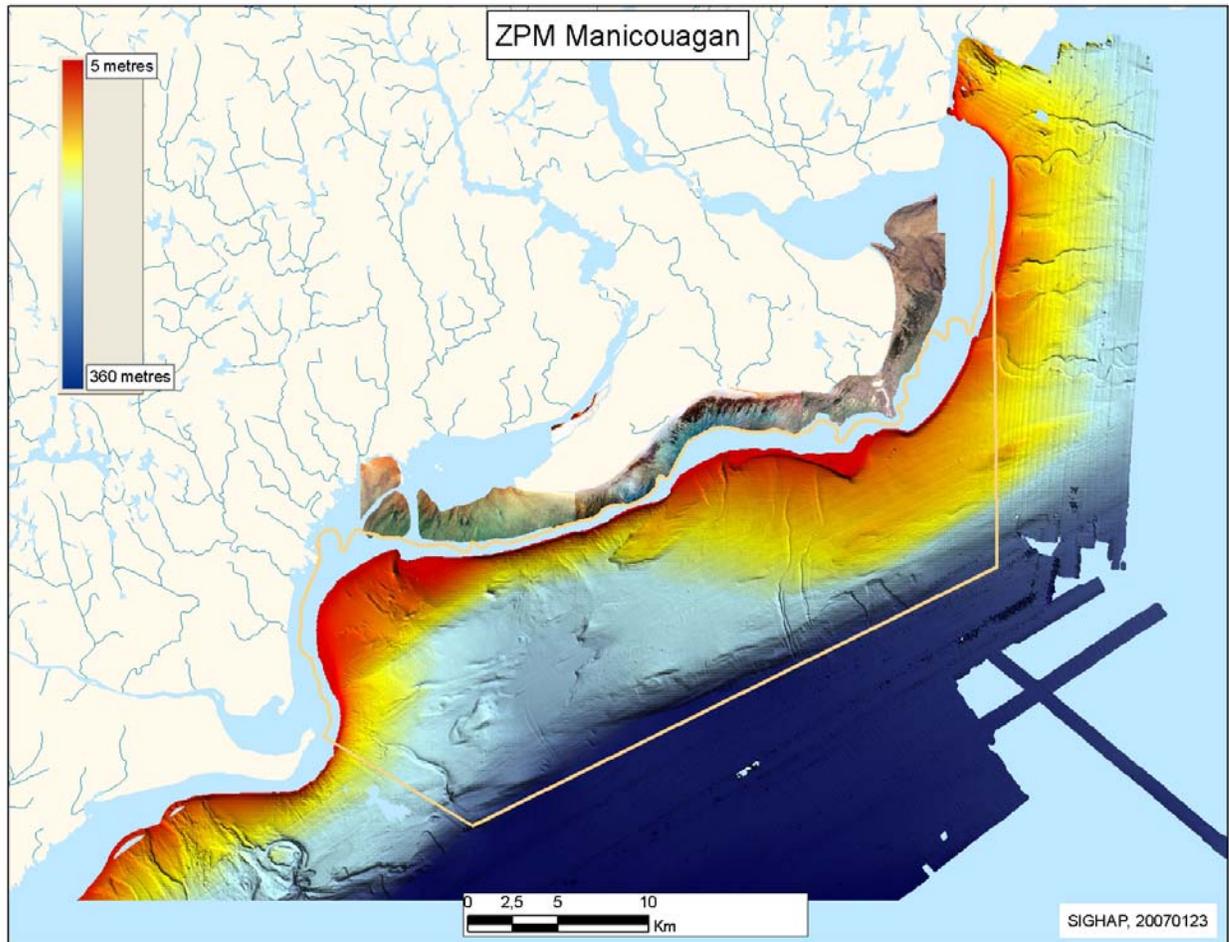
DSHA = Direction des sciences halieutiques et de l'aquaculture / FAD = Fisheries and Aquaculture Department

DSOE = Direction des sciences océaniques et de l'environnement / OESB = Ocean and Environmental Science Branch

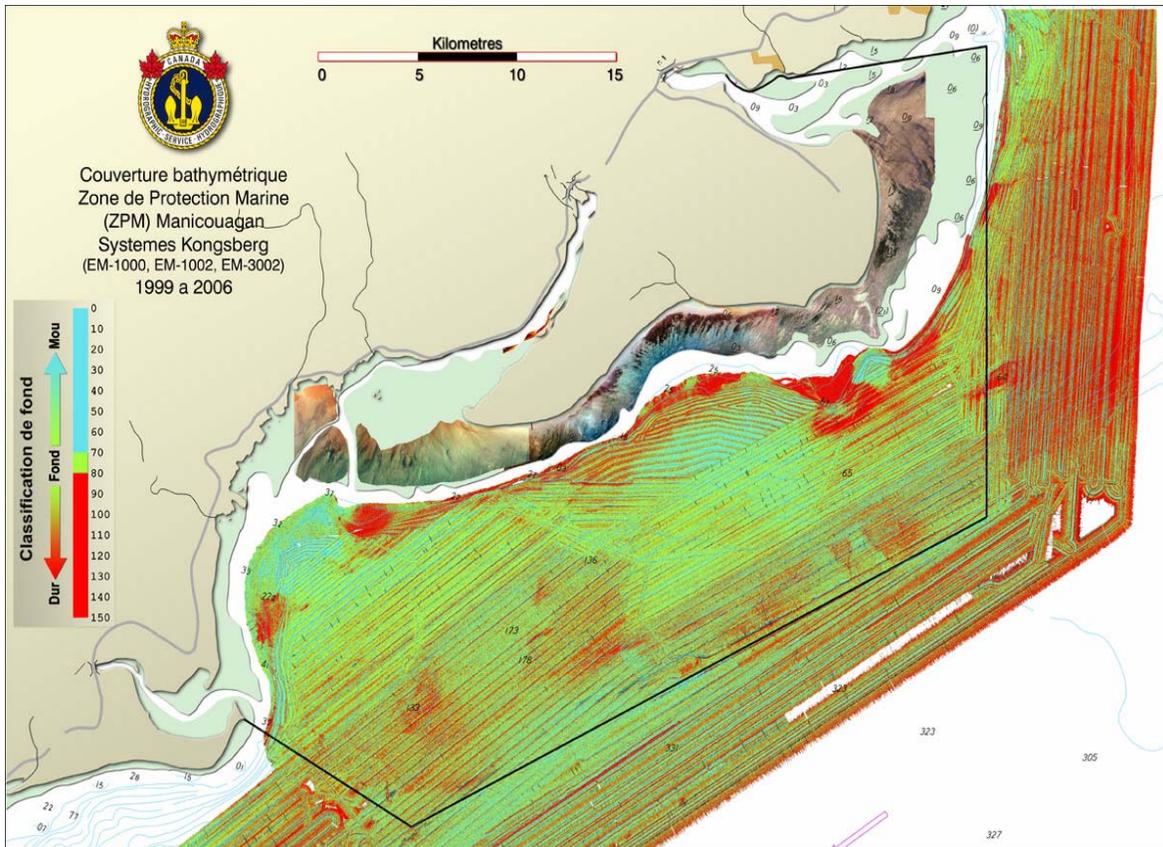
GIGSL = Gestion intégrée du golfe du Saint-Laurent / GOSLIM = Gulf of St. Lawrence Integrated Management

ZPM = Zone de protection marine / MPA = Marine Protected Area

ANNEXE 3. Bathymétrie et réflectivité du fond dans la ZPM Manicouagan / APPENDIX 3. Bathymetry and reflectivity of the sea bottom in the Manicouagan MPA



Bathymétrie de la ZPM Manicouagan par échosondage multifaisceaux et image satellitaire IKONOS de la zone intertidale démontrant les herbiers de zostères marines / *Bathymetry of the Manicouagan MPA using multi-beam echosounding and an IKONOS satellite image of the intertidal area showing eelgrass beds.*



Dureté du substrat dans la ZPM Manicouagan tel qu'indiqué par rétrodiffusion, avec classification non supervisée du type de fond (échelle relative : rouge indique un substrat dur, bleu pâle un substrat mou). L'image satellitaire IKONOS de la zone intertidale démontre les herbiers de zostère marine / *Substrate hardness in the Manicouagan MPA as indicated by backscattering, with unsupervised classification of the bottom type (relative scale: red indicates a hard substrate, light blue a soft substrate). The IKONOS satellite image of the intertidal area shows the eelgrass beds.*

ANNEXE 4. Télédétection révélant la salinité de l'estuaire du Saint-Laurent / APPENDIX 4. Remote sensing revealing the salinity of the St. Lawrence estuary

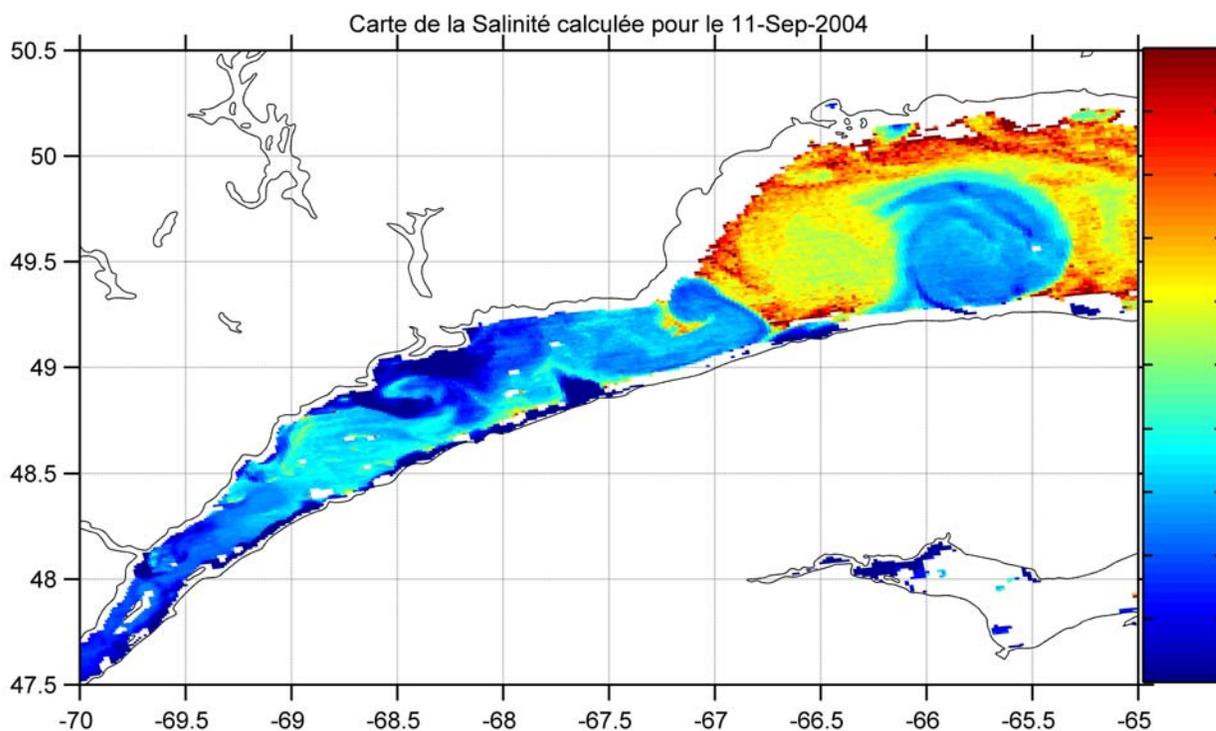
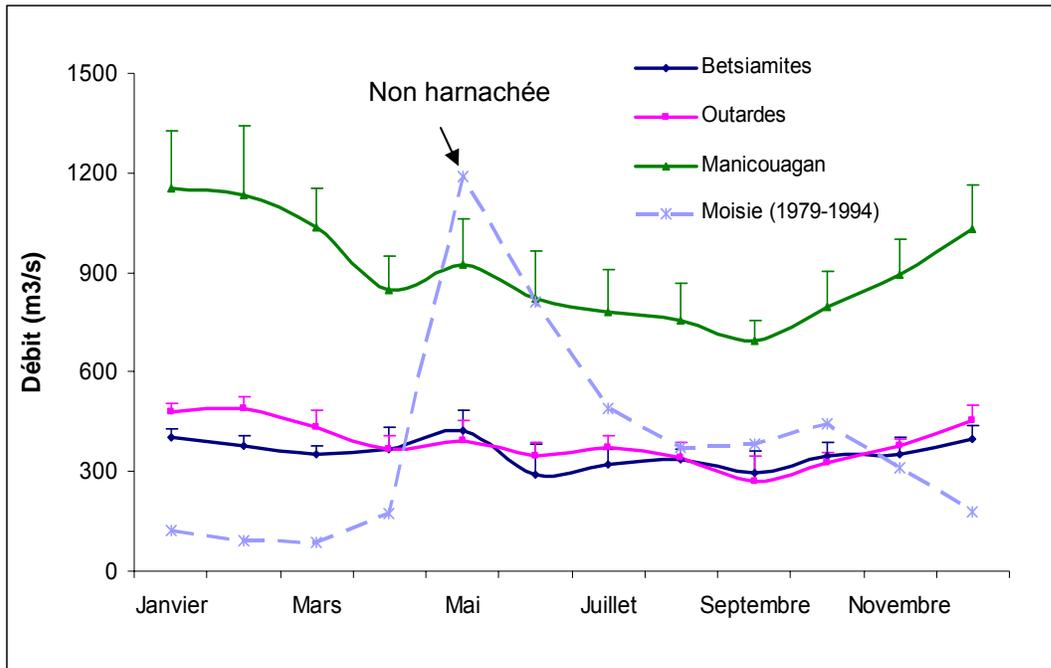
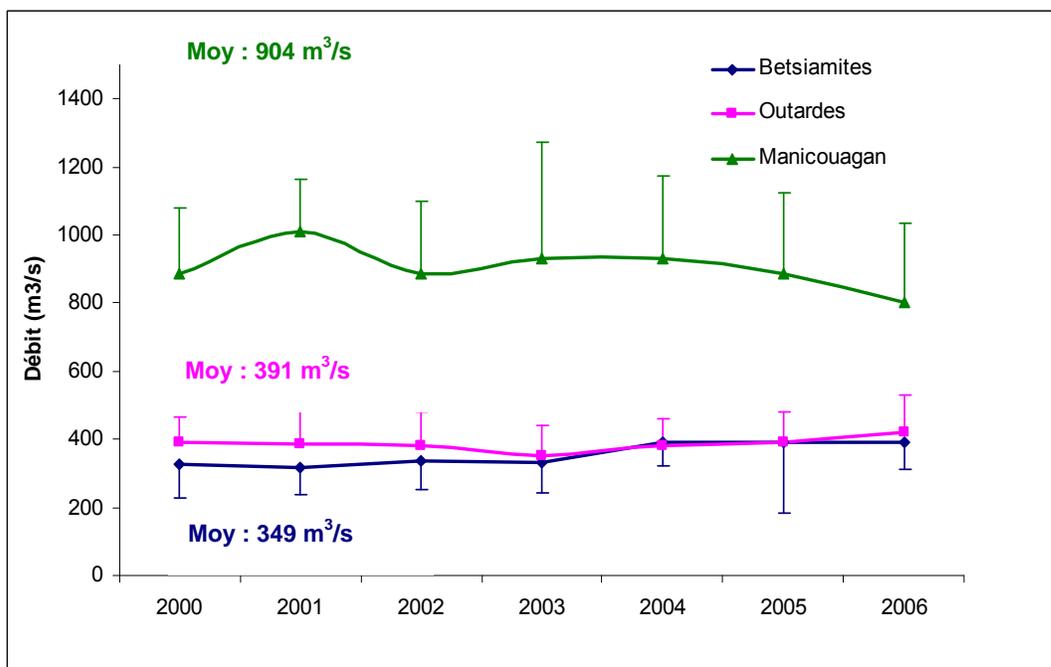


Image de la salinité de surface établie à partir de données SeaWiFS (échelle relative, le rouge est plus salé) / Surface salinity image from SeaWiFS data (relative scale, red indicates more salty).

ANNEXE 5. Débits des rivières aux Outardes, Betsiamites, Manicouagan et Moisie / APPENDIX 5. Flow rates of the Outardes, Betsiamites, Manicouagan and Moisie rivers

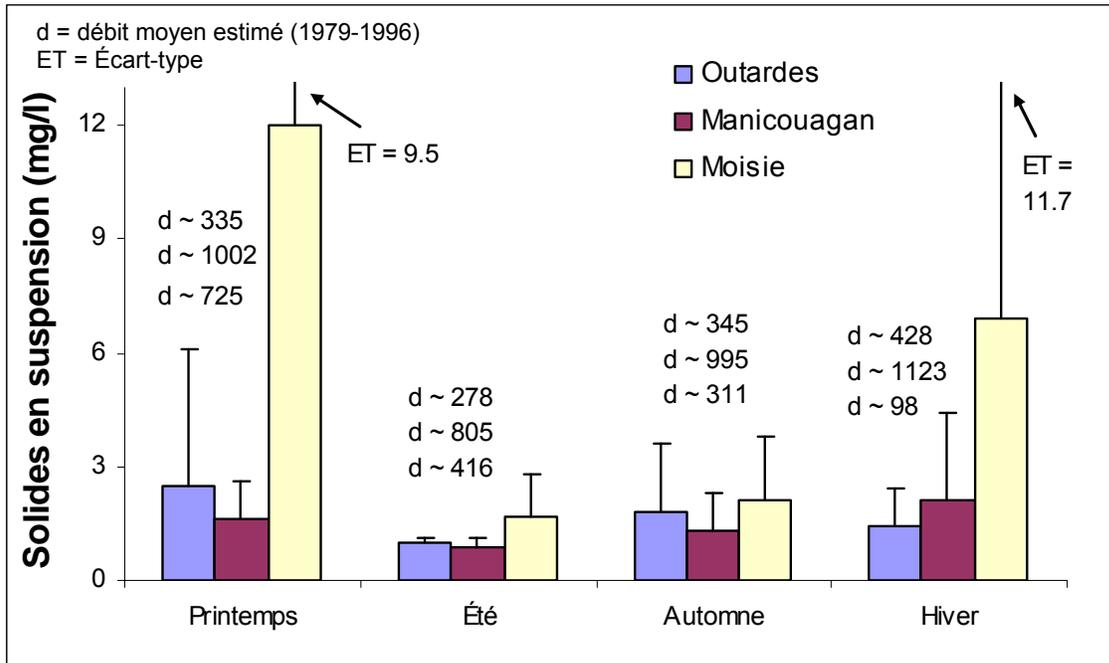


Variations saisonnières des débits moyens des rivières de la ZPM (2000 à 2006) et de la rivière Moisie (1979-1994). Données provenant de Robitaille (1998) et d'Hydro-Québec / Seasonal variation of average flow rate from rivers in the MPA (2000-2006) and of the Moisie River (1974-1994). Data from Robitaille (1998) and Hydro-Quebec.

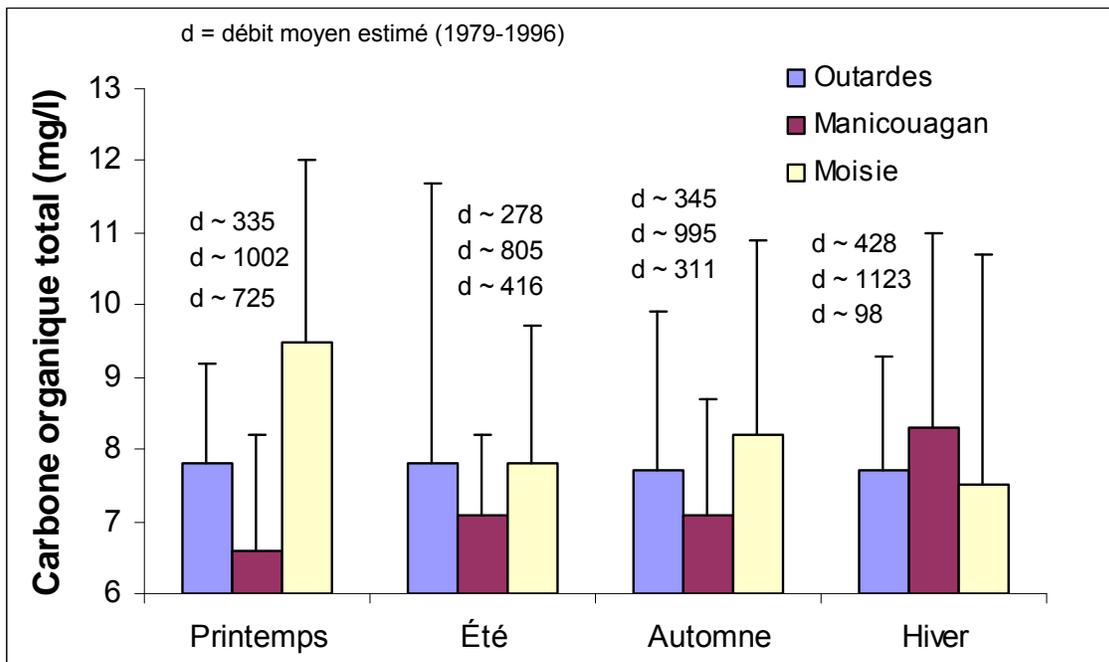


Débits annuels moyens des rivières de la ZPM, données obtenues d'Hydro-Québec / Annual discharge of MPA rivers, data from Hydro-Quebec.

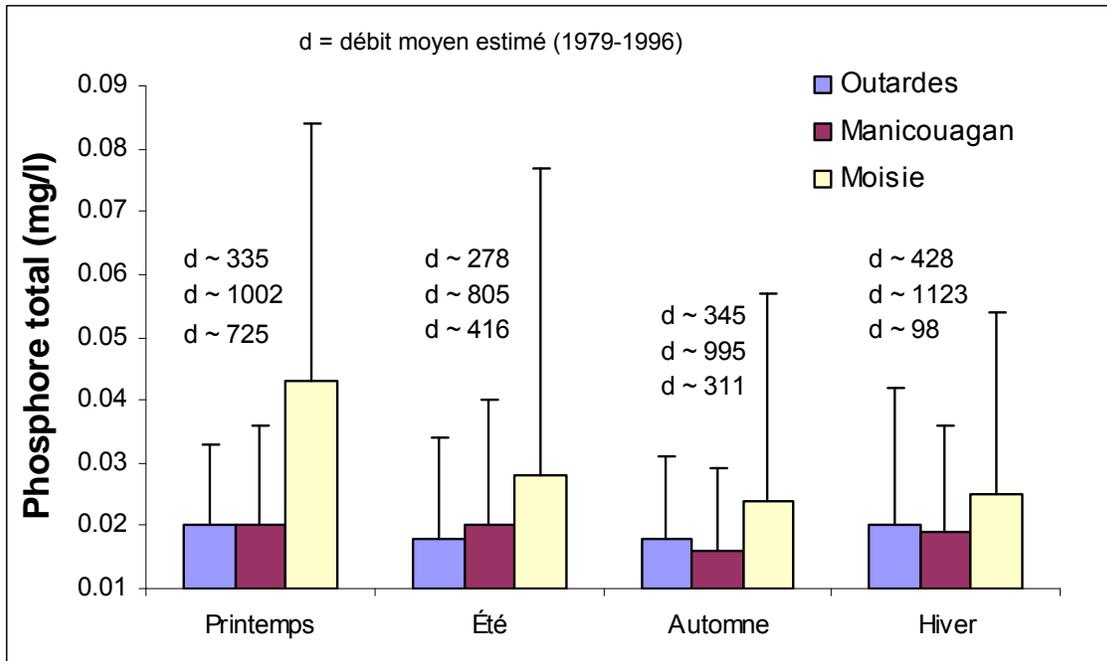
ANNEXE 6. Qualité de l'eau des rivières aux Outardes, Manicouagan et Moisie (1979-1996) / APPENDIX 6. Water quality of the Outardes, Manicouagan and Moisie rivers (1979-1996)



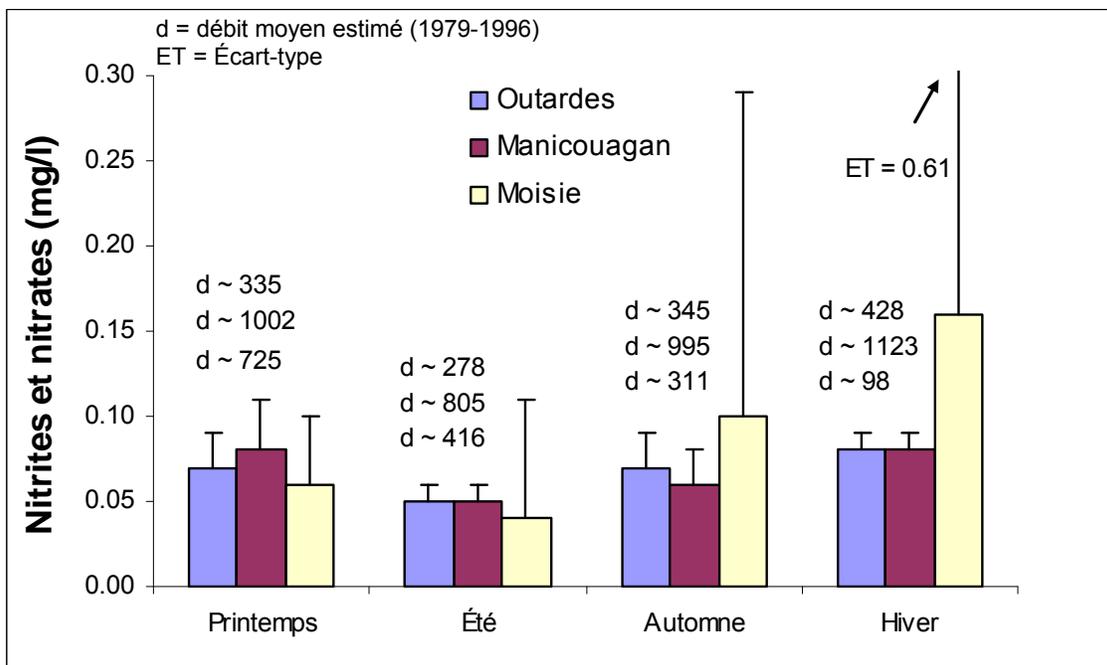
Solides en suspension (mg/l). Données extraites de Robitaille (1998) / *Suspended solids (mg/l). Data from Robitaille (1998).*



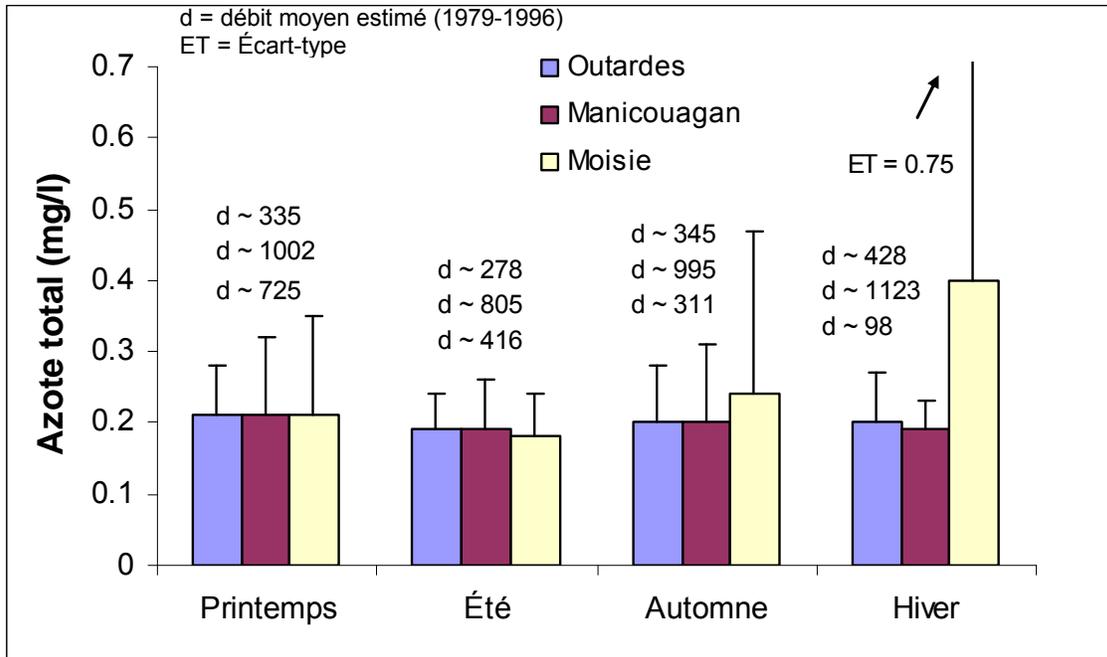
Carbone organique total (mg/l). Données extraites de Robitaille (1998) / *Total organic carbon (mg/l). Data from Robitaille (1998).*



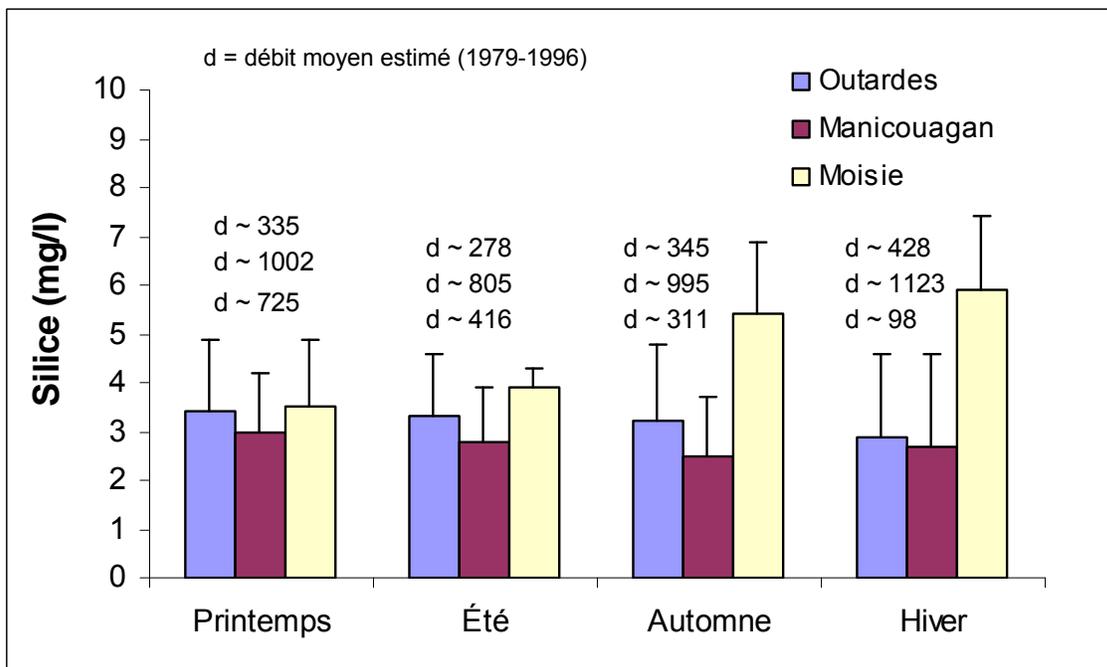
Phosphore (mg/l). Données extraites de Robitaille (1998) / *Phosphorous (mg/l)*. Data from Robitaille (1998).



Nitrates et nitrites (mg/l). Données extraites de Robitaille (1998) / *Nitrates and nitrites (mg/l)*. Data from Robitaille (1998).



Azote total (mg/l). Données extraites de Robitaille (1998) / Total nitrogen (mg/l). Data from Robitaille (1998).



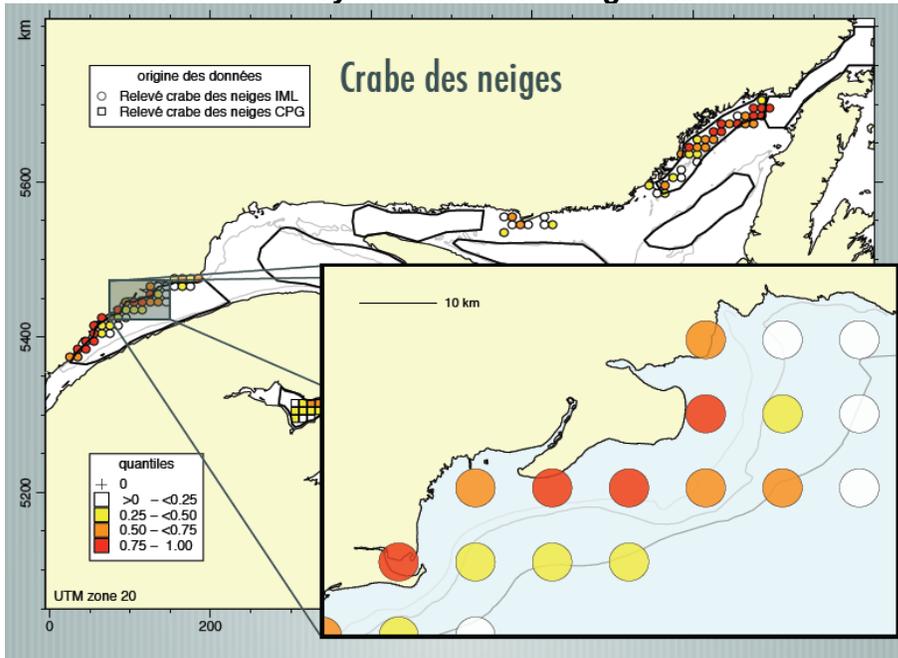
Silice (mg/l). Données extraites de Robitaille (1998) / Silica (mg/l). Data from Robitaille (1998)

**ANNEXE 7. Estimation de l'apport d'eau douce par les rivières dans la ZPM
Manicouagan / APPENDIX 7. Estimation of fresh water contribution from rivers into the
Manicouagan MPA**

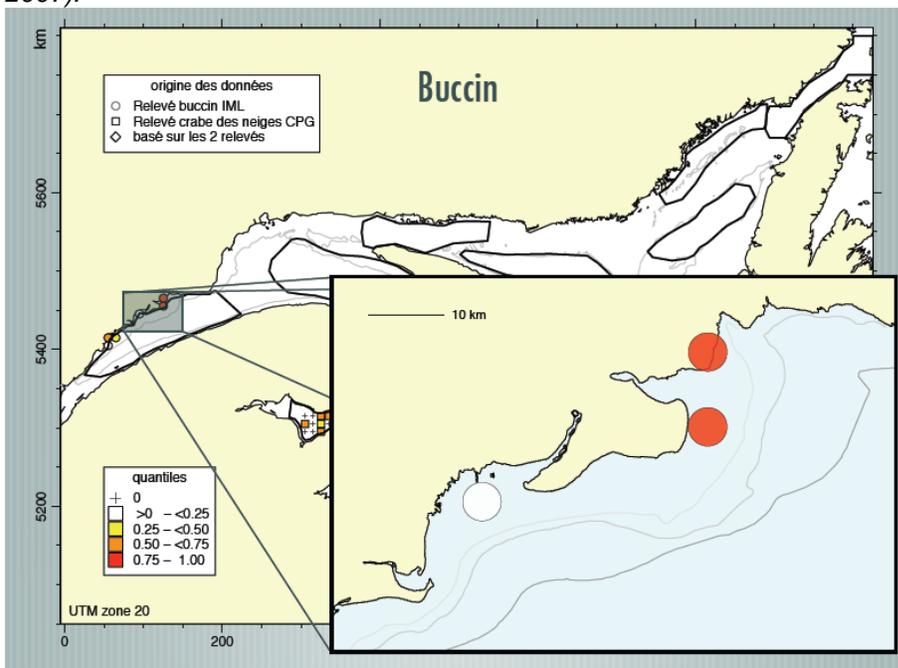
Estimation de la proportion d'eau douce introduite dans la ZPM par cycle de marée (12 h) pour différents secteurs : l'intertidal (côte à 0 m de profondeur), l'intertidal avec l'infralittoral (côte à 40 m de profondeur) et l'intertidal avec l'ensemble de la ZPM (côte à 300 m de profondeur). / *Estimation of the proportion of fresh water introduces into the MPA per tidal cycle (12 h) for different areas : the intertidal (coast to 0 m depth), intertidal with infralittoral (coast to 40 m depth) et intertidal with the entire MPA (coast to 300 m depth).*

Secteur évalué	Superficie	Volume d'eau	Proportion d'eau douce
Côte à 0 m (intertidal) :			
Battures (largeur moyenne : 5 km)	182,6 km ²		
Chenaux des estuaires	17,4 km ²		
Superficie totale	200,0 km ²		
Eau marine introduite et retirée par marée (hauteur moyenne des marées : 4 m)		80 x 10 ⁷ m ³	
Eau douce introduite par cycle de marée (12 h) (débit des rivières : 1650 m ³ /s)		7,128 x 10 ⁷ m ³	
Proportion d'eau douce dans l'eau marine			8,91 %
Côte à 40 m (inter- et infralittoral) :			
Infralittoral (largeur moyenne de 3,5 km)	110 km ²		
Eau marine en infralittoral (hauteur moyenne de l'eau : 22 m)		242 x 10 ⁷ m ³	
Eau marine en intertidal		80 x 10 ⁷ m ³	
Volume total		322 x 10 ⁷ m ³	
Eau douce introduite par marée (12 h) (débit des rivières : 1650 m ³ /s)		7,128 x 10 ⁷ m ³	
Proportion d'eau douce dans l'eau marine			2,21 %
Côte à 300 m (intertidal et ZPM) :			
Superficie de la couche de surface de 40 à 300 m de profondeur	400 km ²		
Eau dans cette couche (hauteur moyenne de la couche de surface : 40 m)		1600 x 10 ⁷ m ³	
Eau marine en inter- et infralittoral		322 x 10 ⁷ m ³	
Eau marine sur l'ensemble de la zone		1922 x 10 ⁷ m ³	
Eau douce introduite par marée (12 h) (débit des rivières : 1650 m ³ /s)		7,128 x 10 ⁷ m ³	
Proportion d'eau douce dans l'eau marine			0,37 %

ANNEXE 8. Distribution du crabe des neiges et du buccin dans l'estuaire du Saint-Laurent et la ZPM Manicouagan / APPENDIX 8. Snow crab and whelk distributions in the St. Lawrence estuary and the Manicouagan MPA



Distribution du crabe des neiges dans le secteur de la ZPM Manicouagan. Les points représentent un indice d'abondance normalisé par bloc de 10 x 10 km. Tirée de la présentation de Denis Chabot (Chabot et al. 2007) / Snow crab distribution in the Manicouagan MPA sector. The dots indicate a standardized abundance index per 10X10 km block. From Denis Chabot's presentation (Chabot et al. 2007).



Distribution du buccin dans le secteur de la ZPM Manicouagan. Les points représentent un indice d'abondance normalisé par bloc de 10 x 10 km. Tirée de la présentation de Denis Chabot (Chabot et al. 2007) / Whelk distribution in the Manicouagan MPA sector. The dots indicate a standardized abundance index per 10X10 km block. From Denis Chabot's presentation (Chabot et al. 2007).

ANNEXE 9. Assemblages benthiques et cartographie du fond marin de la ZPM Manicouagan / APPENDIX 9. Benthic assemblages and seafloor mapping of the Manicouagan MPA

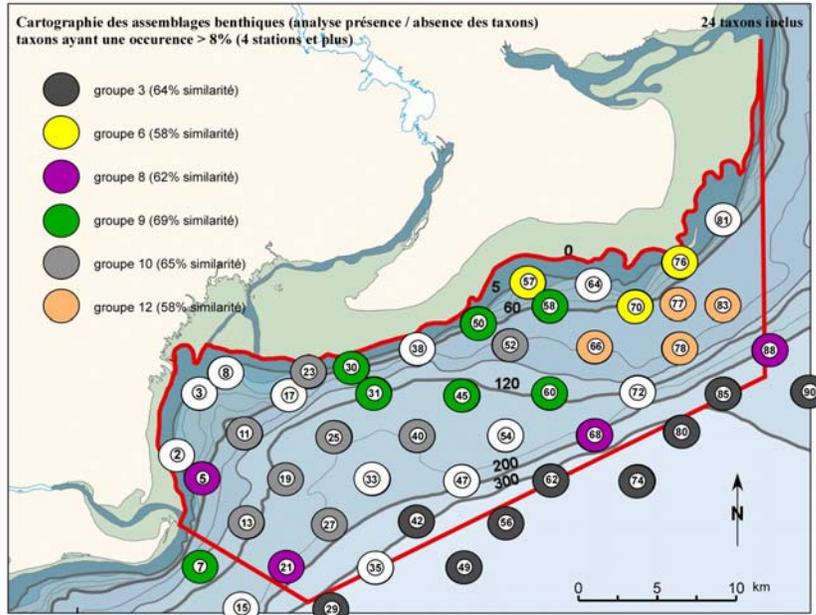


Figure 1. Cartographie des assemblages benthiques basée sur les organismes présents sur des photos du fond marin. Tiré de la présentation de Jean Munro / *Mapping of the benthic assemblages based on the organisms present on seafloor photos*. From Jean Munro's presentation.

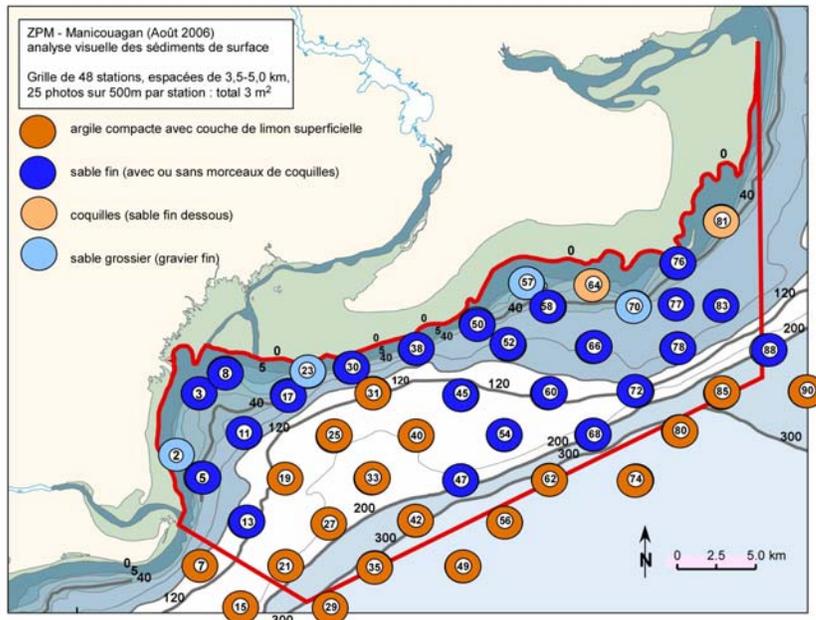


Figure 2. Cartographie des types de sédiments reconnus sur les photos du fond marin. Tiré de la présentation de Jean Munro / *Mapping of sediment types recognized on the seafloor photos*. From Jean Munro's presentation.