

Proposition pour un programme zonal de monitorage de la région nord-ouest de l'Atlantique

J.-C. Therriault¹, B. Petrie², P. Pepin³, J. Gagnon⁴, D. Gregory²,
J. Helbig³, A. Herman², D. Lefaivre¹, M. Mitchell², B. Pelchat¹,
J. Runge¹ et D. Sameoto²

¹ Direction régionale des Sciences
Ministère des Pêches et des Océans
Institut Maurice-Lamontagne
850, route de la Mer, C.P. 1000
Mont-Joli (QC) G5H 3Z4

³ Direction régionale des Sciences
Ministère des Pêches et des Océans
Centre des pêches de l'Atlantique nord-ouest
C.P. 5667
St. John's (NF) A1C 5X1

² Direction régionale des Sciences
Ministère des Pêches et des Océans
Institut océanographique de Bedford
C.P. 1006
Dartmouth (NS) B2Y 4A2

⁴ Direction du service des données sur le milieu
marin
Ministère des Pêches et des Océans
S1202-200, rue Kent
Ottawa (ON) K1A 0E6

1998

Rapport technique canadien sur l'hydrographie et les sciences océaniques 194



Pêches
et Océans

Fisheries
and Oceans

Canada

Rapport technique canadien sur l'hydrographie et les sciences océaniques

Les rapports techniques contiennent des renseignements scientifiques et techniques qui constituent une contribution aux connaissances actuelles, mais qui ne sont pas normalement appropriés pour la publication dans un journal scientifique. Le sujet est généralement lié aux programmes et intérêts du ministère des Pêches et des Océans, c'est-à-dire l'hydrographie et les sciences océaniques.

Les rapports techniques peuvent être cités comme des publications intégrales. Le titre exact paraît au-dessus du résumé de chaque rapport. Les rapports techniques sont indexés dans la base de données *Aquatic Sciences and Fisheries Abstracts*.

Les rapports techniques sont produits à l'échelon régional, mais numérotés à l'échelon national. Les demandes de rapports seront satisfaites par l'établissement d'origine dont le nom figure sur la couverture et la page du titre. Les rapports épuisés seront fournis contre rétribution par des agents commerciaux.

Les établissements des Sciences et levés océaniques dans les régions et à l'Administration Centrale ont cessé de publier leurs diverses séries de rapports en décembre 1981. Une liste complète de ces publications figure dans le volume 39, Index des publications 1982 du *Journal canadien des sciences halieutiques et aquatiques*. La série actuelle a commencé avec la publication du rapport numéro 1 en janvier 1982.

Canadian Technical Report of Hydrography and Ocean Sciences

Technical reports contain scientific and technical information that contribute to existing knowledge but that are not normally appropriate for primary literature. The subject matter is related generally to programs and interests of the Department of Fisheries and Oceans, namely, hydrography and ocean sciences.

Technical reports may be cited as full publications. The correct citation appears above the abstract of each report. Each report is indexed in the data base *Aquatic Sciences and Fisheries Abstracts*.

Technical reports are produced regionally but are numbered nationally. Requests for individual reports will be filled by the issuing establishment listed on the front cover and title page. Out-of-stock reports will be supplied for a fee by commercial agents.

Regional and headquarters establishments of Ocean Science and Surveys ceased publication of their various report series as of December 1981. A complete listing of these publications is published in the *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, Volume 39: Index to Publications 1982. The current series, which begins with report number 1, was initiated in January 1982.

Rapport technique canadien sur
l'hydrographie et les sciences océaniques 194

1998

PROPOSITION POUR UN PROGRAMME ZONAL DE MONITORAGE
DE LA RÉGION NORD-OUEST DE L'ATLANTIQUE

J.-C. Therriault¹, B. Petrie², P. Pepin³, J. Gagnon⁴, D. Gregory²,
J. Helbig³, A. Herman², D. Lefaivre¹, M. Mitchell², B. Pelchat¹,
J. Runge¹ et D. Sameoto²

¹ Direction régionale des Sciences
Ministère des Pêches et des Océans
Institut Maurice-Lamontagne
850, route de la Mer, C.P. 1000
Mont-Joli (QC) G5H 3Z4

³ Direction régionale des Sciences
Ministère des Pêches et des Océans
Centre des pêches de l'Atlantique nord-ouest
C.P. 5667
St. John's (NF) A1C 5X1

² Direction régionale des Sciences
Ministère des Pêches et des Océans
Institut océanographique de Bedford
C.P. 1006
Dartmouth (NS) B2Y 4A2

⁴ Direction du service des données sur le milieu
marin
Ministère des Pêches et des Océans
S1202-200, rue Kent
Ottawa (ON) K1A 0E6

© Ministre des Travaux publics et Services gouvernementaux Canada 1998
N° de catalogue Fs 97-18/194F ISSN 0711-6772

On devra citer la publication comme suit :

Therriault, J.-C., B. Petrie, P. Pepin, J. Gagnon, D. Gregory, J. Helbig, A. Herman, D. Lefaivre, M. Mitchell, B. Pelchat, J. Runge et D. Sameoto. 1998. Proposition pour un programme zonal de monitoring de la région nord-ouest de l'Atlantique. Rapp. tech. can. hydrogr. sci. océan. 194F: vii+69p.

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES TABLEAUX ET DES FIGURES	iv
LISTE DES ANNEXES	v
RÉSUMÉ / ABSTRACT	vi
PRÉFACE / PREFACE	vii
1. INTRODUCTION	1
1.1 CONTEXTE	1
1.2 PROPOSITION DE MONITORAGE ZONAL	2
2. BESOINS DES CLIENTS	3
3. SURVOL DES ACTIVITÉS DE MONITORAGE ACTUELLES	5
4. L'APPROCHE DU PROGRAMME DE MONITORAGE ZONAL	6
5. LA PROPOSITION DE MONITORAGE ZONAL (PMZ)	9
5.1 VARIABLES CLÉS	10
5.2 PROGRAMME D'OBSERVATION	12
5.3 ANALYSES RÉTROSPECTIVES DE LA VARIABILITÉ DE L'ÉCHANTILLONNAGE	19
5.4 NOUVELLES TECHNOLOGIES DE MONITORAGE	21
5.5 MÉTHODES ET PROTOCOLES STANDARDS	22
5.6 ARCHIVAGE DES DONNÉES	23
6. GESTION DES DONNÉES	23
6.1 OBJECTIFS EN MATIÈRE DE GESTION DES DONNÉES	24
6.2 DIFFUSION DES DONNÉES ET DES PRODUITS DES DONNÉES	24
6.3 CONSERVATION ET ÉCHANGE DE DONNÉES	25
6.4 NORMES SUR L'INFORMATION ET LA QUALITÉ DES DONNÉES	25
7. ANALYSE ET INTERPRÉTATION DES DONNÉES	26
8. GESTION ET COORDINATION PERMANENTES	30
ANNEXES	31

LISTE DES TABLEAUX ET DES FIGURES

Tableau 1. Volumes annuels moyens et transport d'eau douce.....	47
Tableau 2. Échelles de variabilité de la température sur le plateau néo-écossais.	55
Tableau 3. Échelles spatio-temporelles de la variabilité pour le plateau néo-écossais.....	55
Tableau 4. Justification du choix des sections d'échantillonnage (voir la Figure 2 pour connaître la localisation)	61
Tableau 5. Justification du choix des stations fixes (voir la Figure 2 pour connaître la localisation)....	62
Figure 1. Schéma d'ensemble du programme de monitoring zonal.	3
Figure 2. Localisation des sections (—) et des stations fixes (•)	8
Figure 3. Représentation schématique des principales caractéristiques du transport le long de la côte nord-est de l'Amérique du Nord.	50
Figure 4. Répartition climatologiques des surfaces moyennes de (a) la salinité en hiver (1 ^{er} février), (b) la salinité en été (1 ^{er} août), (c) la température en hiver, et (d) la température en été au large des côtes nord-est de l'Amérique du Nord. Ces distributions moyennes ont été calculées à partir des résumés publiés ainsi que des bases de données historiques.....	51
Figure 5. Répartition climatologiques moyennes de la température en hiver (haut) et en été (milieu) ainsi que de la salinité en été (bas) pour les sections représentatives de (a) Bonavista, (b) Halifax et (c) Cap de Sable. Ces distributions établies à partir de données historiques selon Loder et al. (1996)	52
Figure 6. Aperçu sommaire de la répartition du transport d'eau douce (nombres en milli-Sverdrups) le long de la côte nord-est de l'Amérique du Nord qui est associée au ruissellement continental et aux courants marins (flèches pleines), ainsi que de la distribution de la dérive des glaces en mer (flèches ouvertes). Les localisations des moyennes climatologiques du front séparant les eaux du plateau continental de celles de la pente continentale ainsi que de la marge du Gulf Stream sont également illustrés sur cette figure provenant de Loder et al. (1997), tout comme la position médiane du maximum saisonnier dans l'étendue des glaces marines	53

LISTE DES ANNEXES

Annexe I.	Liste des acronymes utilisés dans ce rapport.	31
Annexe II.	Mandat du groupe de travail sur le monitoring des océans	33
Annexe III.	Répertoire des activités de monitoring terminées et en cours dans les différentes régions.	35
Annexe IV.	Liste des évaluations de poisson et d'invertébrés en 1997-1998. (CPG : Centre des pêches du Golfe, Moncton; PNEGM : plateau néo-écossais, golfe du Maine).....	41
Annexe V.	Processus de circulation générale des masses d'eau dans le nord- ouest de l'Atlantique	43
Annexe VI.	Analyse de la distribution de fréquence de la variabilité spatiale et temporelle sur le plateau néo-écossais	55
Annexe VII.	Justification du choix des sections d'échantillonnage et des stations fixes.....	59
Annexe VIII.	Localisation des lignes CPR et des stations de monitoring des algues toxiques.....	65
Annexe IX.	Localisation des stations de monitoring à long terme de la température	67
Annexe X.	Localisation des marégraphes sur la côte est (selon la numérotation du SHC).....	69

RÉSUMÉ

Therriault, J.-C., B. Petrie, P. Pepin, J. Gagnon, D. Gregory, J. Helbig, A. Herman, D. Lefaivre, M. Mitchell, B. Pelchat, J. Runge et D. Sameoto. 1998. Proposition pour un programme zonal de monitoring de la région nord-ouest de l'Atlantique. Rapp. tech. can. hydrogr. sci. océan. 194F : vii+69p.

Un programme de monitoring exhaustif a été conçu pour la région nord-ouest de l'Atlantique nord-ouest afin d'accroître la capacité du Ministère des Pêches et des Océans à comprendre, décrire et prévoir l'état de l'écosystème marin et à mesurer les changements qui se produisent dans le milieu océanique, en particulier dans les relations prédateurs-proies des ressources marines. Ce rapport présente d'abord une vue d'ensemble des activités de monitoring actuelles et identifie ce que nous considérons comme des éléments fondamentaux d'un programme de monitoring zonal. Ceux-ci incluent : (1) la surveillance multidisciplinaire *in situ* des variables biologiques, chimiques et physiques à des stations fixes et le long de sections; (2) la télédétection de la température de surface et de la couleur de l'océan; (3) la mesure du niveau de la mer; (4) les relevés de poisson de fond dans toutes les régions; et (5) l'échantillonnage par enregistreur de plancton en continu (CPR : «Continuous Plankton Recorder») le long des plateaux de Terre-Neuve et de la Nouvelle-Écosse. Nous discutons ensuite de la nécessité de coordonner et standardiser les activités d'échantillonnage et de gestion des données. Finalement, l'importance de l'analyse et de l'interprétation des données est discutée et nous proposons la formation de comités qui seront responsables de la gestion et de la coordination du programme de monitoring zonal.

ABSTRACT

Therriault, J.-C., B. Petrie, P. Pepin, J. Gagnon, D. Gregory, J. Helbig, A. Herman, D. Lefaivre, M. Mitchell, B. Pelchat, J. Runge, and D. Sameoto. 1998. Proposal for a northwest Atlantic zonal monitoring program. Can. Tech. Rep. Hydrogr. Ocean Sci. 194: vii+57p.

A comprehensive monitoring program has been designed for the northwestern Atlantic with the aim of increasing the Department of Fisheries and Ocean's capacity to understand, describe, and forecast the state of the marine ecosystem and to quantify the changes in the oceans and the predator-prey relationships of marine resources. In this report we present an overview of the current monitoring activities and identify what we consider to be the fundamental elements of a zonal monitoring program, which include (1) *in situ* multidisciplinary monitoring of biological, chemical, and physical variables at fixed stations and along transects; (2) remote sensing of sea-surface temperature and ocean color; (3) measurements of sea level; (4) groundfish surveys in all regions; and (5) continuous plankton recorder (CPR) lines on the Newfoundland and Scotian shelves. We discuss the necessity for coordinated and standardized sampling protocols and data management activities. The importance of data analysis and interpretation is addressed as well as the need to designate committees that will be responsible for the management and coordination of the zonal monitoring activities.

PRÉFACE

La présente proposition a été préparée par le Groupe de travail sur le monitoring des océans (GTMO), qui a été créé à la demande expresse du Comité de gestion scientifique de la zone atlantique, pour assurer la conception et la mise en œuvre d'un programme de monitoring zonal intégré devant permettre au ministère des Pêches et des Océans de remplir son mandat en matière de surveillance environnementale sur la côte Atlantique (incluant le Golfe du Saint-Laurent et la baie de Fundy). Le GTMO comprend un certain nombre de spécialistes de disciplines différentes associées aux sciences océaniques et aux pêches qui ont été nommés par les trois régions de l'Atlantique (Régions Laurentienne, des Maritimes et de Terre-Neuve) et par Ottawa (SDMM et Administration Centrale). Cette version finale de la proposition de monitoring zonal inclut des ajustements apportés en fonction des commentaires et suggestions qui ont été formulées pendant les examens approfondis menés dans chaque région, pendant une réunion avec le Comité d'océanographie des pêches et après une présentation préliminaire devant le Comité de gestion des sciences de la zone atlantique.

Le président du GTMO (J.-C. Therriault, Région Laurentienne) profite de l'occasion pour remercier tous les membres du GTMO qui ont participé à cet exercice important et, en particulier, qui ont été capables de mettre de côté leur intérêt régional pour produire une proposition de monitoring qui assure une perspective zonale des plus objectives. Le président veut aussi souligner la contribution de M. Chadwick, J. Gagné, S. Gosselin, P. Hally, L. Kinney, S. Narayanan et K. Zwanenburg. Il est à souhaiter que cette version finale de la proposition de monitoring reflète correctement les vues des intervenants, dans la limite de l'intégrité scientifique du comité et de ses intérêts personnels et professionnels.

PREFACE

This proposal was prepared by the Ocean Monitoring Working Group (OMWG), which was formed following the specific request of the Atlantic Zone Science Management Committee for the design and implementation of an integrated zonal monitoring program that would fulfil the environmental surveillance mandate of the Department of Fisheries and Oceans for the Atlantic coast (including the Gulf of St. Lawrence and the Bay of Fundy). The OMWG is comprised of a number of specialists from all ocean science and fisheries disciplines who were nominated by the three Atlantic regions (Laurentian, Maritimes, and Newfoundland) and by Ottawa (MEDS and HQ). This final version of the zonal monitoring proposal includes adjustments that respond to comments and suggestions made during the extensive review exercises in each region, during a meeting with the Fisheries Oceanography Committee, and after a preliminary presentation to the Atlantic Zone Science Management Committee.

The Chairman of the OMWG (J.-C. Therriault, Laurentian Region) would like to take this opportunity to address many thanks to all OMWG members who participated in this important exercise and, in particular, who were able to put aside their regional bias to produce a monitoring proposal that brings the most objective zonal perspective possible. The chairman would also like to acknowledge the contributions of M. Chadwick, J. Gagné, S. Gosselin, P. Hally, L. Kinney, S. Narayanan, and K. Zwanenburg. It is hoped that the views of the majority are accurately represented in this final draft of the monitoring proposal, within the limit of the committee's scientific integrity and personal and professional biases.

1. INTRODUCTION

1.1 CONTEXTE

Les variations de l'environnement marin, qu'elles soient d'origine naturelle ou anthropique, peuvent avoir des conséquences socio-économiques majeures sur la population des régions côtières. Il suffit de penser aux conséquences économiques d'une élévation du niveau de la mer sur les zones côtières habitées, ou encore à la relation entre les variations environnementales et la production d'organismes marins. Les changements climatiques représentent en fait l'une des principales raisons qui peuvent expliquer les fluctuations d'abondance des ressources marines.

Devant le problème particulier de l'estimation de l'abondance des ressources halieutiques dans un environnement en constante évolution, le Conseil pour la conservation des ressources halieutiques (CCRH; voir l'Annexe I pour une liste des acronymes utilisés dans le présent rapport) soulignait dans son rapport de 1993 qu'il fallait s'attaquer aux problèmes environnementaux reliés à la gestion des ressources halieutiques en utilisant une approche globale davantage axée sur les écosystèmes. Le rapport du CCRH précisait de façon plus particulière qu'il fallait, à court terme, déterminer avec plus de précision plusieurs des interactions trophodynamiques afin de mieux comprendre l'évolution du milieu marin. Pour ce faire, le CCRH recommandait que le ministère des Pêches et des Océans (MPO) accroisse considérablement les ressources affectées au monitoring de l'environnement physique et, surtout, de l'environnement biologique, jusqu'à ce que l'on dispose d'une bonne connaissance empirique de l'écosystème marin. Aussi, suite à ce rapport, le MPO faisait de l'atteinte d'une meilleure compréhension d'ensemble de l'écosystème marin l'une de ses six priorités nationales majeures pour 1994-1995. Le Ministère voulait de cette façon accroître sa capacité à comprendre, décrire et prévoir l'état de l'écosystème marin ainsi qu'à quantifier l'impact des changements survenant dans les océans et dans les relations prédateurs-proies sur l'abondance des ressources marines.

Dans un rapport récent (MPO, document sur la stratégie des sciences océaniques), le MPO soulignait de façon toute particulière que la connaissance de l'océan « sa variabilité, ses tendances et ses changements de régime » était d'une importance fondamentale si l'on voulait fournir aux clients les renseignements de base nécessaires à une saine gestion des ressources marines renouvelables et si l'on voulait utiliser (e.g., transport, plaisance), exploiter (e.g., hydrocarbures) et protéger (diverses lois de protection de l'environnement) l'océan. Pour ce faire, on a besoin d'établir un programme de monitoring intégré et systématique de diverses variables biologiques, chimiques et physiques du milieu marin, mesurées par échantillonnage *in situ* et par télédétection, afin d'assurer une surveillance générale de l'environnement marin. Cependant, avec les contraintes budgétaires actuelles, le MPO n'a pas encore déterminé l'ordre de priorité dont fera l'objet son programme de monitoring. Le problème auquel fait face le MPO, c'est qu'il faut allouer à long terme les ressources nécessaires pour assurer l'exécution d'un programme de monitoring valable. En outre, il ne faut pas oublier que le MPO doit assurer une coordination efficace entre ses régions et les intervenants.

C'est dans cette perspective que le MPO a formé le Groupe de travail sur le monitoring des océans (GTMO). Celui-ci a été chargé de l'élaboration d'un programme de monitoring intégré pour la région nord-ouest de l'Atlantique. L'Annexe II présente les membres de ce groupe de

travail et donne un résumé de son mandat. La présente proposition constitue la première étape de l'action du GTMO dans l'accomplissement de son mandat.

1.2 PROPOSITION DE MONITORAGE ZONAL

Dans le présent contexte, le monitoring environnemental ou zonal se définit comme l'approche minimale pour la collecte et l'analyse en continue des données océaniques qui sont requises pour décrire de façon quantitative le milieu afin de mieux comprendre la variabilité des caractéristiques biologiques, chimiques et physiques d'une région particulière. Le monitoring environnemental doit fournir les ensembles de données qui sont nécessaires pour : (1) suivre et prévoir les changements de productivité et d'état de l'océan; (2) répondre aux questions posées par les clients; (3) avertir les clients des changements écosystémiques et environnementaux qui surviendront à court et à long terme; et (4) constituer des bases de données historiques adéquates qui serviront dans le futur à répondre à certaines questions spécifiques. Le monitoring environnemental s'avère notamment nécessaire si l'on veut comprendre les interactions entre l'environnement et les ressources halieutiques, déterminer les grandes tendances du changement climatique afin d'être en mesure d'établir des prévisions rationnelles, valider des modèles océanographiques, ou encore fournir des données historiques et en ligne sur le développement et l'exploitation des ressources halieutiques, pétrolifères et gazières, ainsi que sur le transport maritime.

Le monitoring environnemental peut être divisé en trois catégories générales : (1) le monitoring à des fins d'application de lois (e.g., *Loi sur les océans*); (2) le monitoring pour la détection des régimes et des tendances; 3) le monitoring pour la recherche. Il est à noter que ces catégories ne sont pas exclusives et que, par conséquent, les programmes sont souvent conçus pour satisfaire les exigences de plus d'une catégorie. Toutefois, comme on l'indique plus loin, la présente proposition ne peut s'appliquer qu'à la deuxième catégorie, laquelle vise la détection des changements climatiques ou des changements s'échelonnant sur une période relativement longue dans l'environnement marin. Les activités de monitoring associées à des questions plus spécifiques (étude d'un stock de poissons particulier, exploitation accrue d'une ressource marine, etc.) doivent être visées par les programmes de recherche réguliers, même si une certaine coordination peut être assurée avec le programme de monitoring zonal à long terme. Le but véritable du programme de monitoring zonal est d'identifier les variables clés des écosystèmes (indicateurs) et d'établir des protocoles qui seront acceptables financièrement et logistiquement et qui pourront être utilisés pendant plusieurs décennies à venir.

Les objectifs principaux du programme de monitoring proposé comportent deux volets. Premièrement, on veut recueillir et analyser des données biologiques, chimiques et physiques pour caractériser et comprendre les causes de la variabilité océanique à l'échelle saisonnière, interannuelle et décennale. Deuxièmement, on veut obtenir les ensembles de données pluridisciplinaires qui serviront à établir des relations entre la variabilité biologique, chimique et physique du milieu. Un objectif additionnel, mais non moins important, consiste à assurer la protection de l'environnement marin grâce à la disponibilité de données adéquates qui pourront soutenir le développement durable des activités océaniques.

La proposition du GTMO est fondée sur le modèle illustré à la Figure 1 :

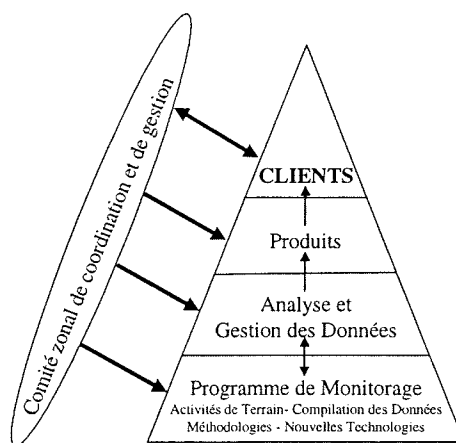


Figure 1. Schéma d'ensemble du programme de monitoring zonal.

Ainsi, les données recueillies dans le cadre du programme de monitoring devraient être traitées par un ou des groupes responsables de l'analyse et de la gestion des données. Celles-ci sont alors transformées en des produits spécifiques répondant aux besoins des clients. Ces groupes doivent aussi évaluer de façon continue l'efficacité du programme de monitoring. Un comité zonal permanent de coordination et de gestion doit également assurer une communication constante et directe avec les clients pour s'assurer que leurs besoins sont comblés de façon adéquate, et pour transmettre une rétroaction aux composants scientifiques (analyse et activités de terrain) du programme de monitoring zonal. Les sections qui suivent traitent plus en détails de chacune des composantes du modèle.

2. BESOINS DES CLIENTS

Les clients potentiels du programme de monitoring zonal sont nombreux et diversifiés. La nature de leurs besoins varie également de façon considérable, allant de la simple demande pour des renseignements généraux à des questions plus complexes pouvant nécessiter des analyses supplémentaires des données, en passant par une demande importante de données en temps réel pour des activités opérationnelles. À l'interne, la plupart des demandes proviennent des programmes du secteur des Sciences, du secteur de la Gestion des Pêches, du Service Hydrographique du Canada, de la Garde Côtière Canadienne et du secteur de l'Inspection (maintenant devenu l'Agence Canadienne de l'Inspection de Aliments). À l'externe, la clientèle compte des associations de pêcheurs, le Conseil pour la Conservation des Ressources Halieutiques, d'autres ministères provinciaux et fédéraux, les communautés scientifiques canadienne et américaine, les universités, le secteur privé (y compris les industries du transport et du pétrole ainsi que des consultants en génie et en environnement), la communauté scientifique internationale, des pays étrangers, des groupes environnementaux et, finalement, le grand public.

Un examen très limité des demandes présentées au MPO pour des données et des produits en lien avec le monitoring au cours d'une période de cinq ans a révélé environ 100 demandes de

l'externe par année. En général, on peut dire qu'environ 65 % de celles-ci proviennent du secteur privé, 20 % des organismes gouvernementaux et 15 % des universités. Le secteur privé et les organismes gouvernementaux veulent d'ordinaire une analyse ou un produit. Le secteur universitaire veut pour sa part des ensembles de données complets. Les demandes peuvent aussi être catégorisées par régions d'intérêt. Ainsi, environ 40 % des demandes concernent la zone côtière et proviennent généralement de clients intéressés par des évaluations en aquiculture, des questions d'ordre technique (e.g., construction de ponts, réparations sous-marines, installations de systèmes de refroidissement, pollution côtière), les pêches (e.g., sources d'eau salée pour des enclos de retenue) et la santé et la sécurité (e.g., survie dans l'eau, hypothermie, pathogènes). Les demandes concernant les régions hauturières représentent environ 60 % de l'ensemble des demandes. Les clients sont alors le secteur des pêches (e.g., études interdécennales sur la croissance de la morue, études des relations entre le merlu argenté et le climat, études sur l'évolution du régime thermique en général), la recherche climatique (e.g., modélisation, climat moyen, variabilité à long terme, développement technologique) et du génie maritime (e.g., évaluation du volet énergétique de projets, navigation, câbles de télécommunication, opérations de forage, développement et utilisation d'instruments).

Après avoir analysé l'information fournie par les trois régions, le GTMO a relevé les besoins actuels et prévus de la clientèle (non classés par ordre de priorité) que doit combler le programme de monitoring zonal. Ce sont:

- Une quantité suffisante de données qui, une fois fusionnées avec des données recueillies par des navires d'opportunité, nous permettront d'établir : (1) une description quantitative de la variabilité saisonnière, interannuelle et décennale de la température, de la salinité, de l'oxygène dissout, des éléments nutritifs, du phytoplancton et du zooplancton pour le plateau et la pente continentale de la région nord-ouest de l'Atlantique ainsi que pour le golfe du Saint-Laurent; et (2) des liens entre le milieu et la distribution des poissons;
- Des données de température qui nous permettront de caractériser d'importants secteurs de la zone côtière. En particulier, des régimes océanographiques distincts devront être étudiés, notamment ceux de la baie de Fundy, du sud-ouest de la Nouvelle-Écosse, de la côte sud de la Nouvelle-Écosse, de la baie de Sydney, du nord-ouest, du nord-est et du sud du golfe du Saint-Laurent, de l'estuaire du Saint-Laurent, de la côte du Labrador et des côtes est, ouest et sud de Terre-Neuve;
- Des données sur la température (T), la salinité (S), l'oxygène dissout, les éléments nutritifs, le phytoplancton et le zooplancton provenant d'un nombre limité de sites représentant des vastes zones côtières qui nous permettront de décrire l'évolution temporelle de ces variables;
- Des données sur les niveaux d'eau provenant de zones représentatives de la côte est du Canada qui nous permettront d'en savoir davantage sur la variabilité météorologique, saisonnière, interannuelle et décennale;
- Des données satellites de la côte est qui nous fourniront des vues synoptiques de variables océanographiques mesurables par télédétection;
- Un effort concerté pour que nous puissions examiner, quantifier et comprendre la variabilité saisonnière, interannuelle et décennale des variables biologiques, chimiques et

physiques et, également, un effort soutenu pour que nous puissions incorporer les cycles de production primaire et secondaire dans les modèles de circulation;

- Un comité ou un groupe zonal permanent qui serait chargé de coordonner les activités de monitoring pour l'ensemble de la zone Atlantique afin que les besoins des clients soient comblés de façon opportune, afin qu'une réévaluation et un rajustement continu du programme de monitoring zonal soit assurés à la lumière des nouveaux progrès technologiques et des résultats obtenus des analyses de données et, aussi, afin que de nouveaux produits soient élaborés et offerts lorsque c'est nécessaire. En outre, ce groupe de monitoring zonal devra favoriser le développement continu de bases de données dans toutes les disciplines, en mettant particulièrement l'accent sur l'incorporation des données actuelles à la base de données centrale.

Le récent développement de multiples bases de données sur la T, la S, les courants et d'autres séries temporelles ainsi que la mise au point de logiciels permettant l'extraction de ces données, la réalisation de résumés statistiques et la préparation de rapports a facilité l'accès à de tels renseignements. Nous prévoyons des améliorations de la qualité et de l'efficacité du processus de réponse avec la mise en place du programme de monitoring zonal, particulièrement en ce qui touche la gestion des données.

En résumé, le MPO doit de toute urgence déterminer quelles ressources financières à long terme il compte consacrer à la coordination et à la gestion des activités de monitoring sur la côte Atlantique afin de nous puissions, d'une part, assurer la collecte, le traitement, le contrôle de la qualité et le maintien de bases de données environnementales à long terme et, d'autre part, analyser cette information pour fournir d'une manière opportune des données et des produits à des clients internes et externes. Nous prévoyons qu'il sera plus facile de répondre aux nombreuses demandes des clients avec des bases de données et des outils climatologiques accessibles sur le Web.

3. SURVOL DES ACTIVITÉS DE MONITORAGE ACTUELLES

En examinant les activités de monitoring actuelles et passées, nous sommes à même de constater que le MPO a, jusqu'à maintenant, concentré ses efforts de monitoring sur les poissons et les variables physiques (voir les Annexes III et IV pour de plus amples renseignements). Au cours des deux dernières décennies, les divisions des Sciences Océaniques du MPO ont mené des activités de monitoring dans les diverses régions en réponse aux besoins particuliers ou perçus en océanographie biologique, en océanographie des pêches et en océanographie opérationnelle. On a ainsi échantillonné des sections hydrographiques sur les plateaux de Terre-Neuve, du Labrador et de la Nouvelle-Écosse; procédé au monitoring des courants sur le banc Hamilton, à Cap de Sable et au large de la péninsule gaspésienne, ainsi qu'au monitoring pour des fins multiples à la station 27 du chenal Avalon, à la station Prince 5 dans la baie de Fundy, et à une station de monitoring du plancton au large de Rimouski; réalisé des missions pour la prévision des glaces dans le golfe du Saint-Laurent; effectué le monitoring à long terme des températures côtières; mené des campagnes d'échantillonnage dans les milieux hauturiers; effectué des collectes de plancton en continu (CPR : «Continuous Plankton Recorder»); mesuré les vagues et

les niveaux de l'eau; et utilisé des images de télédétection. Au cours des deux dernières décennies, les différentes régions du MPO ont également consenti un effort de monitoring important en participant chaque année aux missions d'échantillonnage qui visaient à déterminer l'abondance et la distribution des ressources halieutiques. La plupart des missions d'échantillonnage des Pêches incluaient donc également la cueillette de données sur la température, la salinité et, parfois, l'oxygène dissout (voir l'Annexe III). Ces activités ont permis l'accumulation d'une somme importante de renseignements qu'a utilisés le MPO pour interpréter les grandes tendances et influences environnementales pour le bénéfice de ses clients. Cependant, des événements récents tels que la crise de la morue ont démontré que nous avons encore besoin de données plus complètes et mieux intégrées, particulièrement sous la forme de séries à long terme de données biologiques et environnementales, pour être en mesure d'expliquer les changements qui surviennent dans le milieu marin.

Les ensembles de données décrits précédemment ne suffisent cependant pas pour constituer un programme de monitoring complet en raison du manque de couverture spatio-temporelle et, tout particulièrement, en raison de l'insuffisance flagrante de données biologiques. Cependant, le GTMO a constaté que les activités suivantes pourraient être considérées comme éléments essentiels et fondamentaux d'un programme de monitoring zonal : (1) monitoring pluridisciplinaire *in situ* (variables biologiques, chimiques et physiques) aux stations 27 et Prince 5, et à celles du courant de Gaspé et de la gyre d'Anticosti, et programmes d'échantillonnage pour la prévision des glaces, la mesure à long terme des températures côtières et la concentration des algues toxiques; (2) mesure par télédétection de la température de surface des océans et, plus récemment, de la couleur des océans qui sont effectuées à l'IML, à l'IOB et au CPANO; (3) exploitation du réseau de surveillance du niveau de la mer, avec des stations dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent et sur la côte Atlantique; (4) les missions d'évaluation du poisson de fond (et peut-être aussi des invertébrés et des espèces pélagiques) dans l'ensemble des régions; et (5) la réalisation de lignes CPR sur les plateaux de Terre-Neuve et de la Nouvelle-Écosse. L'approche adoptée par le GTMO pour la proposition de monitoring zonal est donc fondée sur le maintien de ces activités et sur l'ajout de nouvelles activités d'échantillonnage dans des zones où l'on a relevé d'importantes lacunes. L'information sera plus facilement accessible en raison des améliorations apportées aux systèmes de gestion des données dans chacune des régions (e.g., l'Observatoire du Saint-Laurent dans la région Laurentienne) et de la mise en place d'un système coordonné (intégré) de gestion des données des divers participants qui sera conforme aux lignes directrices nationales. Il est également question d'un site Web centralisé entretenu par le SDMM, où il sera possible d'obtenir des données et des produits en provenance du programme de monitoring zonal.

4. L'APPROCHE DU PROGRAMME DE MONITORING ZONAL

L'objectif principal du programme de monitoring zonal est de fournir une description quantitative de l'environnement marin de la région nord-ouest de l'Atlantique. Compte tenu de l'étendue de cette partie de l'océan Atlantique, caractérisée par des régimes de circulation complexes et variables (voir la description générale présentée à l'Annexe V), la détermination de sites d'échantillonnage représentatifs et de la fréquence de l'échantillonnage est de toute

première importance si nous voulons nous doter d'une stratégie de monitoring zonal efficace. C'est dans ce contexte que le GTMO a entrepris son analyse de la variabilité sur le plateau néo-écossais (voir l'Annexe VI) qui a mené aux conclusions suivantes :

- Pour étudier les variations climatiques, il est impraticable et certainement trop coûteux d'utiliser des mouillages (e.g., courantomètres) pour assurer une couverture zonale adéquate des variables physiques;
- Avec un programme d'échantillonnage restreint, il est possible de détecter les variations de température et de salinité à l'échelle saisonnière et aux échelles plus longues, et ce, malgré l'importante de la variabilité naturelle de plus haute fréquence; les fluctuations saisonnières et interannuelles des concentrations d'éléments nutritifs et d'oxygène dissout dans les couches supérieures sont également détectables;
- Les sections hydrographiques peuvent fournir des évaluations quantitatives du transport et de la variabilité des masses d'eau ainsi que des flux de chaleur, de sel et d'éléments nutritifs;
- Il existe une certaine cohérence, à grande échelle, dans la variabilité des populations d'organismes planctoniques, mais les fluctuations à court terme de leur abondance à des échelles temporelles inférieures à la saison sont également importantes.

Après avoir fait l'analyse de la situation, le GTMO a proposé un programme de monitoring zonal basé sur : (1) un régime d'échantillonnage saisonnier ou opportuniste le long de sections prédéterminées (avec des stations distantes de 20 à 40 km) afin d'obtenir de l'information sur la variabilité de l'environnement physique pour l'ensemble de la région nord-ouest de l'Atlantique; (2) un régime d'échantillonnage à haute fréquence des variables biologiques, chimiques et physiques à des stations fixes qui sont facilement accessibles pour faire le suivi de la dynamique temporelle à une échelle plus fine dans des zones représentatives; (3) la mesure de variables physiques et biologiques par télédétection afin d'obtenir une couverture spatiale élargie et afin d'accroître notre capacité d'interprétation des données océaniques (e.g., interpolation ou vue synoptique des données spécifiques d'une région); et (4) des données complémentaires provenant d'autres programmes de monitoring (e.g., CPR), et d'autres types de données (e.g., données météorologiques) ayant un lien direct avec le climat océanique. La Figure 2 illustre l'emplacement des sections et des stations fixes choisies. Les raisons justifiant ces choix sont expliquées à l'Annexe VII.

Au cours de la dernière décennie, on a constaté une demande accrue pour des données océanographiques et pour des conseils concernant la zone côtière immédiate. Ces demandes résultent principalement de l'expansion accélérée que connaît l'aquiculture et des diverses préoccupations environnementales soulevées par les pressions anthropiques exercées sur les habitats côtiers. En conséquence, la collecte de données pour la zone côtière immédiate devrait également constituer un élément fondamental d'une stratégie globale de monitoring zonal. Aussi, l'inclusion dans le programme de monitoring zonal des données sur les variables biologiques, physiques et chimiques qui sont déjà recueillies pour les zones côtières (e.g., niveau de la mer, températures à long terme, algues toxiques, station du bassin de Bedford) devrait permettre la constitution de bases de données solides et utiles pour l'évaluation de toute les questions concernant la zone littorale peu profonde.

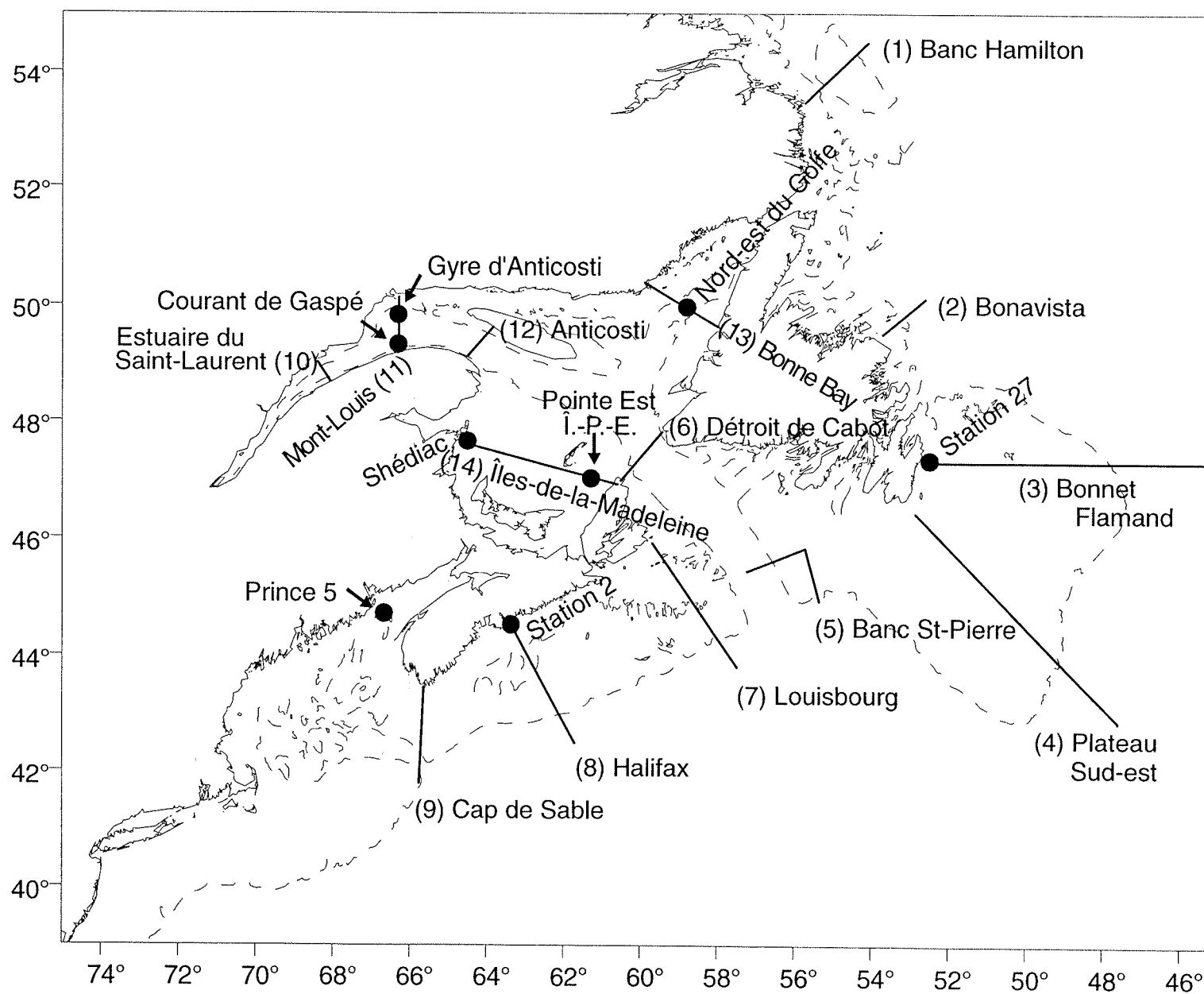


Figure 2. Localisation des sections (—) and stations fixes (●). Voir l'Annex VII pour descriptions.

Finalement, le GTMO a examiné la possibilité d'utiliser des mouillages automatisés. Le groupe a conclu qu'à l'heure actuelle il serait trop difficile, voire impossible, et aussi trop coûteux d'obtenir l'information biologique nécessaire pour combler les besoins en matière de monitoring en utilisant des échantillonneurs automatiques. Cependant, en raison de l'important effort de recherche et de développement consenti dans ce domaine, le GTMO recommande que ce problème soit réexaminé à intervalle régulier et que l'on optimise la stratégie de monitoring lorsque ce sera possible.

Même avec des sections et des stations fixes, d'importants secteurs de la zone atlantique ne seront pas échantillonnés adéquatement. Aussi le programme de monitoring zonal propose-t-il l'utilisation de l'imagerie satellite (tout d'abord pour établir la distribution de la température de surface et, ensuite, de la chlorophylle), afin d'assurer une couverture spatiale synoptique à plus grande échelle et également pour permettre une certaine interpolation temporelle de ces variables. Dans ce contexte, les stations fixes demeurent essentielles, car elles fourniront des données vérité-sol de base pour valider les images satellites.

De la même façon, les mesures de plancton le long des lignes d'échantillonnage CPR existantes peuvent fournir un estimé mensuel à grande échelle du plancton présent dans la couche océanique de surface. On possède déjà une série temporelle de données CPR s'échelonnant sur environ 20 ans (1961 à 1976, 1991 à aujourd'hui) pour la ligne entre Terre-Neuve et le plateau néo-écossais et d'environ 30 ans pour celle entre l'Islande et Terre-Neuve.

5. LA PROPOSITION DE MONITORING ZONAL (PMZ)

Le GTMO propose que le programme de monitoring zonal utilise les missions des pêches et celles d'autres navires d'opportunité afin de collecter, de façon économique, des données sur de vastes régions du plateau et de la pente continentale. Pour ce qui est de la représentativité spatiale des stations fixes, le GTMO propose que l'on procède, pendant la phase initiale du PMZ, à l'examen des ensembles de données biologiques et physiques actuelles (section 5.3) afin d'évaluer les échelles spatiales et temporelles de la variabilité du phytoplancton, du zooplancton, de la chlorophylle et des variables physiques connexes dans les diverses régions nord-ouest de l'Atlantique, comme cela a été le cas pour la température et la salinité du plateau néo-écossais. En attendant les résultats de cette analyse, le GTMO propose que l'on applique la stratégie de monitoring minimal décrite à la section 5.2, laquelle met particulièrement à profit les programmes de monitoring actuels (soutenue par des initiatives additionnelles en cas de lacunes évidentes) et renforce la coordination zonale. Après une période de trois à cinq années, le programme de monitoring zonal devra être réexaminé afin que l'on optimise la stratégie d'échantillonnage.

Un autre aspect important de la phase initiale du programme est l'examen des nouvelles technologies en voie de développement (section 5.4) qui devraient permettre un échantillonnage plus rapide des stations et des sections. L'échantillonnage en mouvement par des navires non spécialisés et les outils de télédétection pourraient également réduire le coût de l'échantillonnage, un élément critique pour la survie du PMZ.

Il importe aussi, au cours de la phase initiale du programme, de définir les variables clés qu'il faudra monitorer (section 5.1), les protocoles et les méthodes standard qui devront être utilisés par les trois régions (section 5.5) et les archives (section 5.6) dont il faudra disposer pour effectuer les analyses rétrospectives.

5.1 VARIABLES CLÉS

5.1.1 Variables biologiques. Les variables biologiques clés sont celles qui décrivent les changements temporels importants de la productivité ou de la structure des écosystèmes. Elles comprennent les variables décrivant la biomasse (e.g., chlorophylle *a*, poids sec du zooplancton), de même que celles reflétant les variations de la structure des communautés (e.g., composition spécifique).

a) Production primaire

*Concentrations de chlorophylle *a* (Chl *a*) :* La chlorophylle *a* est un indice de la biomasse phytoplanctonique. Il s'agit d'un pigment universel que l'on retrouve dans le plancton photosynthétique. Les régimes saisonniers des concentrations de Chl *a* révèlent le moment et l'importance de la prolifération du phytoplancton. Le fractionnement de la chlorophylle *a* par classe de taille donne un aperçu de la structure dimensionnelle des producteurs primaires. Cette variable ne permet cependant pas de différencier les caractéristiques spécifiques d'une population et, par conséquent, est considérée comme une variable de masse, c'est-à-dire qu'elle n'est qu'un indicateur de la biomasse de l'ensemble de la communauté autotrophique. Les mesures de la Chl *a* servent également à valider les images de télédétection.

Composition des espèces dominantes de phytoplancton : L'identification des taxa dominants permet de caractériser à la fois la structure de taille et la structure spécifique du réseau trophique pélagique. En partant du principe que les organismes des niveaux trophiques supérieurs s'alimentent d'espèces précises, il devient évident que la biomasse chlorophyllienne ne peut constituer un indicateur précis des sources alimentaires de ces organismes. Par contre, le comptage des espèces, même s'il n'est limité qu'aux groupes taxonomiques majeurs, révélera les changements à long terme dans la structure des communautés et, par le fait même, les changements de régime. Pour le PMZ, l'analyse doit être limitée aux espèces les plus abondantes.

Disque de Secchi et transparence de l'eau : La transparence de l'eau, à l'exception de l'eau fortement colorée des régions côtières, est en grande partie fonction de l'abondance des particules en suspension (principalement le phytoplancton). La méthode du disque de Secchi est un moyen simple, peu coûteux et rapide pour déterminer la transparence de l'eau qui est parfois utilisée comme indice grossier de l'abondance du phytoplancton, de la productivité primaire ou encore, de la pénétration des rayons UV-B dans la colonne d'eau. Ces mesures peuvent également être d'une certaine utilité pour les études de validation des données de télédétection.

b) Production secondaire

Biomasse zooplanctonique (poids sec m^{-2}) : Il s'agit d'un indice de la disponibilité de nourriture aux niveaux intermédiaires de la chaîne trophique marine.

Composition, abondance et structure de taille des espèces dominantes de zooplancton : Ces variables caractérisent la structure de la communauté zooplanctonique. Les variations saisonnières et interannuelles de la composition spécifique indiquent des changements dans la provenance des masses d'eau, des changements des conditions environnementales (e.g., effet d'un changement de température sur la croissance et la reproduction des espèces) ou encore des changements dans la composition des prédateurs. Cette variable constitue un indice de la qualité d'un environnement biologique. Pour le PMZ, l'analyse doit encore une fois être limitée aux espèces les plus abondantes.

c) Composition, distribution et abondance des espèces de poissons et d'invertébrés

L'échantillonnage par chalut (évaluations des stocks de pêches) fournit une information normalisée sur l'abondance et la distribution des espèces de poissons et d'invertébrés de taille commerciale que l'on retrouve dans l'écosystème marin. Les protocoles et structures de données employés dans de tels échantillonnages sont établis depuis longtemps et bien documentés. Il s'agit en fait de la principale source indépendante d'information sur l'abondance des ressources halieutiques. Ces évaluations, financées à même les budgets de la base-A, devraient continuer à fournir une bonne partie de l'information sur les variables physiques de l'environnement marin.

5.1.2 Variables chimiques. Les variables chimiques doivent respecter plusieurs critères. Premièrement, il faut disposer d'un important ensemble de données pour être en mesure d'effectuer des analyses rétrospectives. Deuxièmement, la variable doit pouvoir mesurer une caractéristique importante des conditions environnementales à des échelles variant de la saison à la décennie, et cette caractéristique ne doit pas être mesurable plus facilement par une autre variable. Troisièmement, il doit être possible, du point de vue logistique, de recueillir ce type de données, c'est-à-dire que les efforts, le temps et les coûts relatifs à l'échantillonnage et à l'analyse doivent être raisonnables. Dans le présent contexte, deux variables chimiques respectent ces critères, à savoir les éléments nutritifs (phosphates, nitrates et silicates) et l'oxygène.

a) Concentrations d'éléments nutritifs

Les concentrations relatives en éléments nutritifs des eaux de surface peuvent caractériser l'interaction entre l'activité biologique et les processus physiques. Lorsqu'elle est mesurée à la fin de l'hiver ou au début du printemps, la concentration en éléments nutritifs (nitrates, phosphates et silicates) est révélatrice des variations interannuelles de l'approvisionnement en éléments nutritifs de la zone euphotique qui, à son tour, a une profonde influence sur la structure printanière et estivale des communautés auto- et hétérotrophiques (Plourde et Therriault, en prép.).

b) Oxygène dissout

L'oxygène dissout est une mesure de l'état trophique des masses d'eaux. De fortes concentrations révèlent la présence d'un système autotrophique où la production primaire excède la respiration, tandis que de faibles concentrations révèlent la présence d'un système hétérotrophique où les processus de dégradation et de respiration excèdent les processus de production. Les concentrations d'oxygène constituent également une variable importante lorsque vient le temps d'établir le potentiel métabolique du poisson. Cette variable est importante parce qu'en raison des faibles concentrations d'oxygène qui sont observées dans les eaux côtières, il est possible de déterminer si certaines eaux profondes peuvent ou non servir d'habitat pour le poisson.

5.1.3 Variables physiques. Les variables physiques clés proposées pour le programme de monitoring permettront une description quantitative de la structure des masses d'eau sur des échelles variant de la saison à la décennie. Les mesures de base de la température et de la salinité, jumelées à celles du niveau de la mer, permettront d'estimer les courants et le transport en utilisant des techniques standards et de la modélisation numérique. Les variables provenant de domaines connexes, notamment de la météorologie, vont permettre l'examen des causes et effets.

- a) La température et la salinité fournissent une description fondamentale de la variabilité saisonnière et interannuelle des masses d'eau ainsi que des estimations des flux et des courants océaniques.
- b) Les données sur le niveau de la mer fournissent une mesure à long terme des changements du climat océanique; la variabilité saisonnière et interannuelle des niveaux d'eau constitue une information de base pour les modèles océaniques.
- c) Les variables connexes comprennent les données sur les glaces et les débits d'eau douce, deux variables qui ont une forte influence sur la stratification et la salinité, ainsi que les variables météorologiques, qui ont une influence significative sur les courants, la stratification et les propriétés générales des masses d'eau.

5.2 PROGRAMME D'OBSERVATION

Initialement, le GTMO propose de baser le programme de monitoring zonal sur : 1) l'échantillonnage temporel fréquent des six stations fixes (ou sites) les plus accessibles afin de monitorer les variations à haute fréquence de la dynamique de certaines régions représentatives; (2) l'échantillonnage limité de transects (ou sections) sur le plateau néo-écossais et les Grands bancs de Terre-Neuve; et (3) l'utilisation des missions d'évaluation de stock de poisson ainsi que d'autres échantillonnages sur des navires d'opportunité afin d'acquérir davantage de données saisonnières sur les transects proposés pour l'ensemble de la région de l'Atlantique et pour le golfe du Saint-Laurent en particulier (Figure 2). Cet échantillonnage de base doit être complété par des relevés CPR, par des données de télédétection ainsi que par d'autres types de données (e.g., données météorologiques) afin d'assurer une plus vaste couverture spatiale et afin

d'accroître notre capacité à interpréter les données océaniques. Les données sur les zones côtières recueillies dans le cadre des programmes de monitoring actuels seront également utilisées. Comme on peut le constater, la phase initiale du programme de monitoring zonal est conçue pour tirer le maximum des programmes de monitoring actuels, lesquels seront dans certains cas élargis pour rencontrer les objectifs globaux du programme de monitoring.

Les différentes composantes du programme de monitoring zonal sont donc les suivantes :

— *Stations fixes.* Six stations fixes sont proposées pour la mesure des variations à haute fréquence des variables biologiques, chimiques et physiques aux échelles temporelles inférieure à la saison (voir la Figure 2 pour la localisation de ces sites). L'échantillonnage de ces stations doit être effectué au moins à toutes les deux semaines, entre février et octobre, et une fois par mois le reste de l'année afin de caractériser adéquatement les fluctuations d'abondance des organismes ayant un cycle de vie plus rapide. Voici les stations proposées :

- Prince 5 (Baie de Fundy / Région des Maritimes) – Cette station affiche la plus longue série temporelle de profils T-S de la côte Atlantique avec quelques 70 ans d'enregistrements. La température et la salinité y ont été mesurées toutes les deux semaines. Grâce à un autre programme, ces données deviendront bientôt accessibles en temps presque réel à partir d'un site Web du MPO;
- Station 2 (Emerald Basin / Région des Maritimes) – Cette station devrait faire l'objet d'un échantillonnage de la chlorophylle, des éléments nutritifs et du plancton à toutes les deux semaines afin de permettre de décrire la variabilité temporelle et pour permettre l'intercomparaison avec les données CPR et avec les données satellitaires de la couleur de l'océan. Des méthodes rapides d'échantillonnage avec enregistreurs CTP/CPO/fluoromètre montés sur des filets bongo seront utilisées. La possibilité de recourir à des navires de la Garde côtière pour l'échantillonnage de la Station 2 sera examinée;
- Station 27 (Grands Bancs / Région de Terre-Neuve) – Échantillonnée depuis presque 50 ans, cette station est présentement échantillonnée par des navires d'opportunité du MPO. Un échantillonnage à toutes les deux semaines du zooplancton, de la chlorophylle, des profils CTP, des éléments nutritifs et des courants (avec PCAD ancré) sera effectué;
- Gyre d'Anticosti et courant de Gaspé (Golfe du Saint-Laurent / Région Laurentienne) – Ces deux stations de l'ouest du Golfe seront échantillonnées toutes les deux semaines pour la chlorophylle, le zooplancton, les éléments nutritifs et des variables physiques connexes. Ces deux sites fourniront de l'information sur les deux principaux régimes hydrologiques du golfe du Saint-Laurent, à savoir le flux de sortie du courant de Gaspé et les eaux plus océaniques de la Gyre d'Anticosti. Ces stations sont situées près de l'IML et l'échantillonnage peut être effectué avec de petits navires de pêche en été et des brise-glaces de la Garde côtière en hiver;
- Shédiac (Shippegan / Moncton / Région des Maritimes) – Cette station est située dans la vallée de Shédiac, l'une des zones marines les plus productives du Canada, et est accessible depuis le port de Shippegan. La chlorophylle, le zooplancton, les éléments nutritifs, la température et la salinité seront échantillonnés au moins une fois par mois, d'avril à décembre. La station sera échantillonnée en utilisant la mission

d'évaluation de stock du crabe des neiges en août, celle du poisson de fond en septembre et un navire affrété, l'*Opilio*, pendant les autres mois. Les données de la station fourniront une vue saisonnière de la productivité et seront intégrées aux résultats synoptiques des variables physiques dans le Golfe qui sont obtenues à partir de la mission d'évaluation de septembre.

Outre ces six stations fixes qui sont localisées relativement au large, le GTMO propose un échantillonnage continu à une station côtière située dans le bassin de Bedford, où une série temporelle de données multidisciplinaires provenant de divers programmes de recherche a été recueillie au cours des 30 dernières années. Des mesures de température, de salinité, de chlorophylle et des éléments nutritifs sont présentement recueillies sur une base hebdomadaire à cette station à l'aide d'un petit bateau.

— **Échantillonnage des transects.** L'échantillonnage régulier d'un certain nombre de sections ou transects dans toute la région de l'Atlantique peut être réalisé en tirant profit des missions d'évaluation de stock de poissons et en utilisant des missions effectuées sur des navires d'opportunité. Parmi les sections envisagées, quatre font partie d'un programme d'échantillonnage existant (OPANO) et une est nouvelle (ligne de Halifax) :

- Plateau Sud-est, Banc Hamilton, Bonavista, Bonnet Flamand (Région de Terre-Neuve) – Ces sites, qui font partie des transects de mesures de l'OPANO, sont échantillonnés dans le cadre d'une mission spéciale, une fois par année, en juillet. Des navires d'opportunité devraient également fournir au moins une mission d'échantillonnage additionnelle. Les variables échantillonnées comprennent les courants, la chlorophylle, les éléments nutritifs, les profils CTP et les traits verticaux de zooplancton;
- Ligne de Halifax (Région des Maritimes) – Une quantité impressionnante de données historiques sur les variables physiques et biologiques est déjà disponible. Le transect proposé permettra l'échantillonnage de sept stations deux fois par année, au printemps et à l'automne. Les variables échantillonnées seront la chlorophylle, l'oxygène dissout, les éléments nutritifs, les profils CTP ainsi que des traits verticaux de zooplancton. Les missions d'évaluation de stock de poisson de fond menées régulièrement sur le plateau néo-écossais, où environ 200 stations sont échantillonnées en juillet et en mars pourront également être utilisées pour occuper les stations de la ligne de Halifax. D'autres missions d'opportunité assureront une couverture additionnelle. La ligne permet l'échantillonnage de la couche intermédiaire froide (CIF) de même que les eaux du plateau et de la pente continentale. Elle représente le parcours d'échantillonnage minimal pour l'évaluation de la biomasse du zooplancton sur le plateau néo-écossais. La possibilité d'échantillonner d'autres sections le long du plateau (Figure 2) à partir des missions d'évaluation des stocks de poissons et d'autres navires d'opportunité sera également examinée;
- Sections dans le golfe du Saint-Laurent (Région Laurentienne) – Les missions d'évaluation des stocks de poisson et d'autres des missions d'opportunité seront utilisées pour acquérir des données sur quatre à cinq sections dans le golfe du Saint-Laurent (Figure 2). Des données sur des variables physiques seront recueillies, parfois

accompagnées d'un échantillonnage limité des variables biologiques ou chimiques. La possibilité d'échantillonner les sections du Golfe lors de la mission pour la prévision des glaces, réalisée tard à l'automne, et lors de la mission hélicoptérée de fin d'hiver-début printemps sera également examinée. Les données de fin d'hiver sont nécessaires pour mesurer l'épaisseur de la couche de mélange hivernale, un paramètre essentiel pour estimer de la disponibilité des éléments nutritifs, une variable qui sert à l'estimation de la productivité globale du Golfe.

- **Télédétection.** De l'avis du GTMO, la télédétection n'éliminera pas le besoin de plateformes d'échantillonnage, tout particulièrement pour ce qui est des variables biologiques. La télédétection doit être considérée comme un complément essentiel des autres modes d'acquisition des données afin de faciliter l'interprétation de données de terrains recueillies à un site particulier. La capacité de télédétection existe pour les trois régions de l'Atlantique. Les groupes de télédétection de la Région des Maritimes et de la Région Laurentienne planifient des projets pour réaliser, et ce à toutes les deux semaines, de cartes de distribution de la chlorophylle et de la productivité primaire pour l'ensemble de la côte est en utilisant les données provenant de capteur SeaWiFS. Ce capteur est devenu entièrement opérationnel le 18 septembre 1997. Le groupe de télédétection de l'IOB a déjà téléchargé un certain nombre d'images et devrait bientôt être en mesure de le faire de façon routinière. Le groupe traite aussi régulièrement des données de température de surface prises par AVHRR. Des cartes de la chlorophylle de surface devraient être disponibles à des fins opérationnelles sous peu. Un autre domaine pour lequel la télédétection peut se révéler avantageuse sur le plan économique est la mesure de la température des eaux de surface de la mer pour réaliser des cartes de distribution spécifiques à l'échelle zonale. De telles cartes peuvent être utilisées pour étudier les processus frontaux, pour surveiller le Gulf Stream, le courant du Labrador et les zones de remontée d'eaux profondes le long des côtes, par exemple. La Région des Maritimes vient d'ailleurs de terminer la comparaison de mesures de la température *in situ* avec un ensemble de données satellitaires provenant du Jet Propulsion Laboratory (JPL), en Californie. Cet ensemble consiste en des cartes de distribution de la température de surface à l'échelle de 18 x 18 km pour la période de 1982 jusqu'à aujourd'hui. Ces résultats sont très prometteurs pour le développement de cartes climatologiques d'anomalies de la température régionale. L'Institut Maurice-Lamontagne, qui fournit régulièrement des cartes de températures de surface de la mer pour le golfe du Saint-Laurent, utilise pour sa part un système de traitement automatique mis au point dans le cadre de l'initiative Saint-Laurent Vision 2000. Le système permet de recevoir, d'archiver et de traiter des images satellites AVHRR de NOAA et de produire des cartes TSM (température de surface de la mer) corrigées géométriquement sans qu'une intervention humaine ne soit nécessaire. Certaines des données sur le Golfe sont déjà disponibles sur Internet. Ce système peut être facilement mis à niveau pour couvrir l'ensemble de la région nord-ouest de l'Atlantique. Une autre utilisation intéressante de la télédétection est la détection du couvert de glace, de leur épaisseur et de leur dérive. Ce sont également des paramètres importants pour le suivi des changements climatiques sur la côte est.

Jusqu'à maintenant, les activités de télédétection ont été financées principalement à partir de la base-A pour les ETP et de la base-B pour l'E&E dans la régions des Maritimes et la région Laurentienne. Comme les fonds de base-B sont volatiles et variables, et comme la

télédétection est considérée comme une composante importante pour le PMZ, le MPO doit veiller à ce qu'un financement adéquat soit disponible sur une base continue pour le développement et l'utilisation opérationnelle des images de télédétection dans toutes les régions.

— **CPR (*Enregistreur de plancton en continu*) et traits de filet.** Le programme CPR a débuté en 1957 dans le nord-ouest de l'Atlantique et constitue la seule série de données à long terme sur le phytoplancton et le zooplancton dans la zone Atlantique qui permet de suivre les changements sur une échelle décennale. Les échantillons mensuels fournissent des données sur la composition et l'abondance des espèces sur deux transects, l'un se trouvant entre l'Islande et Terre-Neuve et l'autre entre Terre-Neuve, la Nouvelle-Écosse et le Banc Georges (voir l'Annexe VIII pour la localisation précise). L'indice colorimétrique du phytoplancton et les données sur la distribution des espèces provenant des échantillons CPR sont présentement les deux seuls moyens qui existent pour mesurer les variations géographiques, à l'échelle du bassin océanique, des espèces de phytoplancton, des concentrations en chlorophylle et de l'abondance saisonnière du zooplancton. L'indice colorimétrique CPR peut également servir à étalonner les données sur la couleur des océans obtenues par satellites. Un nouveau véhicule CPR devrait bientôt fournir des données de température en continu en plus de l'information sur le phytoplancton et le zooplancton. Les données CPR sur le zooplancton viendront compléter celles obtenues à l'aide de traits de filets verticaux aux stations fixes et aux stations des transects. L'échantillonnage au filet permet de mesurer les changements de la biomasse et du spectre de taille du micro-, méso- et macro-zooplancton dans les régions présumées importantes pour la fraie et la rétention des larves et qui ne sont pas échantillonnées par le CPR. Les données de filet fournissent également de l'information pour l'ensemble de la colonne d'eau et permettent la collecte d'organismes qui ne sont pas capturés par le CPR en raison de la faible profondeur d'échantillonnage. Pour ces raisons, le GTMO recommande le maintien des lignes CPR Z et E actuelles sur le plateau continental. L'accroissement des coûts et l'incertitude quant au financement continu mettent en péril ce programme jugé important.

— **Évaluation des stocks de poissons et d'invertébrés.** Dans le contexte du programme de monitoring zonal, les missions actuelles d'évaluation des stocks de poissons marins sont considérées comme un rouage essentiel du programme de monitoring. Ces missions fournissent des séries standardisées sur l'abondance et la distribution des poissons et des invertébrés commerciaux, ainsi que des profils de température et de conductivité depuis au moins 1970 et, dans certains cas, depuis 1950. Ces données sont fondamentales pour l'évaluation des stocks de poissons et d'invertébrés et les données physiques associées représentent une proportion importante des données océanographiques que possède le SDMM. Pour la zone Atlantique, on dispose ainsi de plus de 35 000 observations complètes, pour la région allant du Banc Georges jusqu'au Cap Chidley, au Labrador (y compris le golfe du Saint-Laurent). La poursuite des missions d'évaluation doit être assurée par un financement de la base-A adéquat, car les données biologiques et physiques qu'elles permettent de recueillir (voir l'Annexe IV) constituent une partie essentielle du programme de monitoring. Ces évaluations fournissent également des plates-formes marines d'échantillonnage qui fonctionnent avec fiabilité à des moments précis de l'année. Elles occupent des centaines de stations dans chacune des régions et, avec des ressources

appropriées, peuvent intégrer la collecte d'autres informations océanographiques de nature biologique et chimique. Initialement, il est proposé que des traits de filet verticaux pour l'échantillonnage du zooplancton et, peut-être, la collecte d'autres types de données biologiques et chimiques soient effectués à 10 à 20 % des stations d'échantillonnage au chalut.

Les activités d'échantillonnage qui revêtent un intérêt particulier pour le programme de monitoring zonal sont les suivantes :

- Les évaluations du poisson de fond—environ dix missions dans les Régions des Maritimes, de Terre-Neuve et Laurentienne. Sur le plateau néo-écossais, plusieurs centaines de stations sont échantillonnées au chalut à divers moments de l'année. Initialement, il est proposé que des traits de filet verticaux pour le zooplancton soit effectués à au moins de 10 à 20 % de ces stations dans le cadre du programme global de monitoring;
- L'évaluation des stocks de maquereaux dans le sud du Golfe—Cette initiative permet de recueillir à tous les deux ans des œufs de maquereau et des organismes zooplanctoniques à la fin de juin et au début de juillet en utilisant des filets pour capturer le zooplancton. Des profils de CTP sont également recueillis. On effectue le comptage des œufs de maquereau et une analyse limitée de la composition des espèces zooplanctoniques sur les échantillons recueillis. Il est proposé que ce programme soit révisé pour devenir annuel et ce, moyennant une faible augmentation des coûts;
- Autres missions d'évaluation de stocks—D'autres missions d'évaluation des stocks de poissons pourraient être utilisées de façon opportuniste comme la mission hydro-acoustique sur le hareng à l'ouest de la côte de Terre-Neuve ainsi que de nombreuses autres missions d'évaluation des stocks d'invertébrés dans l'ensemble de la région de l'Atlantique nord. Les missions des pêches sentinelles peuvent aussi devenir une source importante de données physiques si elles sont exécutées sur une base continue. Le recours possible à ces missions d'évaluation des stocks mérite d'être examiné.

— *Autres missions sur des navires d'opportunité.* Les missions océanographiques représentent également une bonne opportunité pour obtenir des données océanographiques supplémentaires pour le programme de monitoring. Les données historiques de ces missions représentent les données de base sur lesquelles sont actuellement fondées nos études climatiques en océanographie. En conséquence, si cela est nécessaire, des mesures appropriées devraient être prises pour rendre cette information disponible pour le programme de monitoring zonal. Outre les missions purement opportunistes, la mission annuelle pour la prévision des glaces dans le golfe du Saint-Laurent peut être mise à contribution pour assurer une couverture complète de cette région à l'automne. L'échantillonnage comprend 65 stations et porte sur les variables suivants : CTP, chlorophylle, éléments nutritifs et traits de filets verticaux pour le zooplancton. La mission héliportée de 10 jours qui est effectuée dans le Golfe à la fin de l'hiver – début du printemps et qui couvre 40 à 50 stations dans l'ensemble du Golfe offre également de l'intérêt pour le PMZ. Ayant débutée il y a trois ans, cette mission permet également d'obtenir des données sur la chlorophylle, les éléments nutritifs, et le zooplancton, ainsi que des profils CTP. Cette mission est essentielle si on veut évaluer l'importance du

mélange hivernal dans le Golfe pour la formation de la couche intermédiaire froide et pour obtenir de l'information initiale sur les éléments nutritifs permettant de prévoir l'intensité des proliférations printanières de phytoplancton. Ces données pourraient être utilisées pour détecter la variabilité interannuelle de la productivité globale dans le Golfe.

- **Monitoring à long terme de la températures en zone côtière.** Le programme que le MPO mène actuellement à plus de 50 sites dans la région de l'Atlantique (voir l'Annexe IX) fournit une base de données importante qui permettra de répondre à plusieurs demandes d'information pour la zone côtière. Ce programme d'échantillonnage à haute fréquence est nécessaire pour répondre à des questions critiques telles que la fréquence et la durée des épisodes de températures léthales pour les poissons élevés dans des fermes aquicoles. Depuis dix ans, on constate une demande croissante pour de l'information océanographique et des conseils concernant la zone côtière. Ces demandes provenaient surtout du secteur à croissance accélérée de l'aquiculture et du secteur environnemental qui est de plus en plus préoccupé par les pressions exercées par l'activité humaine sur les habitats côtiers. La croissance des besoins des clients pour ces services océanographiques fait du monitoring de la zone côtière une composante essentielle et un élément fondamental de notre stratégie globale de monitoring. Ce programme doit donc continuer à être financé par la base-A.
- **Algues toxiques.** Ce programme est en cours présentement dans les Régions des Maritimes et Laurentienne. Il fournit des données pluridisciplinaires (température, salinité, oxygène dissout, disque de Secchi, chlorophylle, éléments nutritifs, et identification et décompte du phytoplancton) recueillies en moyenne à toutes les deux semaines, à plusieurs stations le long de la zone côtière. Ces données viendront compléter les ensembles de données similaires proposés pour les eaux plus au large des côtes. Le GTMO supporte fortement le maintien du programme et propose d'inclure les données recueillies dans le cadre du programme de monitoring.
- **Niveau de la mer.** L'actuel programme du SHC doit être maintenu et les données recueillies doivent être considérées comme un élément fondamental du programme de monitoring (voir l'Annexe X pour connaître la localisation des marégraphes). Un examen récent a permis de conclure que le réseau en place est présentement rendu au niveau minimum qui est nécessaire pour soutenir les objectifs nationaux et internationaux en matière d'océanographie opérationnelle, de détection de la variabilité interannuelle et de l'élévation à long terme du niveau de la mer. Dans le cas de la proposition de monitoring zonal, le GTMO supporte le maintien des six sites (Rimouski-Est [Qc], Charlottetown [Î.-P.-É.], Halifax [N.-É.], Saint-John [N.-B.], St. John's [T.-N.] et la côte du Labrador [T.-N.]) qui ont été retenus pour le monitoring à long terme dans un examen récent du MPO. À l'heure actuelle, SHC-Maritimes a laissé tomber un de ces sites (côte du Labrador) et prévoit en abandonner deux autres (Charlottetown et Saint-John). Toutefois, une réduction à deux sites du réseau de surveillance du niveau de la mer sur la côte Atlantique (sites de Halifax et de St. John's) représente une source de préoccupation majeure pour le Ministère et pour la communauté scientifique océanographique en général. Le SHC-région Laurentienne, par contre, prévoit transférer la gestion et la maintenance du réseau de surveillance des niveaux d'eau au secteur privé (réseau SINECO entre Montréal et Sept-Îles), mais prévoit garder ses responsabilités concernant le

contrôle de la qualité des données. Pendant ce temps, le SHC-région Laurentienne maintiendra son financement au même niveau, du moins pour 1998-1999.

- **Débits d'eau douce.** Le cycle annuel des débits d'eau douce a une influence profonde sur les propriétés des masses d'eau atlantiques canadiennes, de même que sur la stratification et la circulation de ces eaux (voir l'Annexe V). Dans le cadre du programme de monitoring, il faudra obtenir régulièrement les données de débits qui sont recueillies par Environnement Canada pour l'ensemble de la région.
- **Données météorologiques.** Les conditions météorologiques sur des échelles temporelles courtes et longues exercent également une influence majeure sur les propriétés des masses d'eau et sur la circulation océanique. Ces données qui sont recueillies chaque année à partir de sites côtiers et de bouées météorologiques dispersés dans la région de l'Atlantique doivent faire partie du programme de monitoring.
- **Couvert de glace.** Le couvert de glace a surtout deux effets sur le climat océanique dans la région de l'Atlantique : (1) un couvert de glace dense peut influencer très fortement les transferts air-mer de chaleur et de momentum et (2) le cycle gel-dégel modifie considérablement la répartition de la température et la salinité et, par conséquent, la circulation. Les cartes de glaces actuellement disponibles auprès du Bureau central des glaces à Ottawa sont numérisées grâce à des fonds provenant de la base-A et des programmes PRDE. Le GTMO propose le maintien de cette entente, mais désire que l'on acquière les données numérisées à des fins de monitoring.
- **Rapports météorologiques des navires.** Les données sur la température de surface des océans sont actuellement enregistrées dans le cadre de programmes de contrôle météorologique effectué par des navires. Ces données devraient être récupérées pour le programme de monitoring, mais devraient être conservées distinctement de la base de données hydrographiques. Les données peuvent constituer une autre source de renseignements climatologiques et peuvent être utilisées en appui aux données satellites pendant les périodes nuageuses.
- **Autres échantillonnages à partir de navires d'opportunité.** D'autres possibilités d'échantillonnage pour le programme de monitoring existent dont le recours aux navires de la Garde côtière, aux traversiers et aux pêcheurs (pêches sentinelles). Celles-ci doivent être explorées au cours des années à venir.

5.3 ANALYSES RÉTROSPECTIVES DE LA VARIABILITÉ DE L'ÉCHANTILLONNAGE

Comme pour les variables physiques du plateau néo-écossais, le GTMO propose que, tout en mettant en place un programme d'échantillonnage limité, une étude soit entreprise pour évaluer la représentativité spatiale des variables biologiques aux différentes stations fixes en utilisant des ensembles de données ayant déjà été constitués pour divers usages. Cette analyse devrait permettre

de déterminer s'il est possible de détecter les variations climatiques dans les variables biologiques à l'aide de la stratégie d'échantillonnage utilisée.

5.3.1 Plateau Néo-écossais.

- a) Zooplankton. Il faudrait procéder à une analyse rétrospective des données de zooplankton qui tiendrait compte des échelles de variabilité horizontales et verticales. On pourra ainsi établir les critères de base d'un futur programme d'échantillonnage et aussi évaluer la validité des données CPR. Les ensembles de données suivant seront utilisés :
 - 1) Données CPR entre 1961 et 1993
 - 2) Données PIPNE
 - 3) Trait de BIONESS – variabilité côtière / hauturière
 - 4) Données du Batfish – fournissent une résolution horizontale et verticale à fine échelle à partir de données CTP/CPO.
- b) Productivité primaire. L'analyse de données satellitaires CZCS sur le Banc Georges, le plateau néo-écossais et le golfe du Saint-Laurent peut fournir de l'information sur la variabilité à l'échelle de 2 x 2 km pour la température, la chlorophylle et les estimations de la productivité. Toutefois, on ne dispose que de rares mesures de validation terrestres pour ces variables biologiques, d'où notre difficulté à interpréter ces indices biologiques basées sur la télédétection. Même si les images CZCS ne donne pas une mesure absolue de la productivité mais plutôt une mesure relative, ces observations pourraient quand même être utilisées pour examiner le « timing » des épisodes de prolifération du phytoplancton dans les diverses régions et l'intensité relative des proliférations printanières par rapport à celles de l'automne, de même que leur variabilité spatiale et interannuelle. Qui plus est, une fois jumelés à des valeurs de température, ces indices de couleur de l'océan peuvent servir à identifier et suivre les caractéristiques principales de la circulation des masses d'eau dans l'ensemble de la région. Des renseignements additionnels similaires peuvent être dérivés de l'analyse de l'indice de couleur des données CPR.
- c) Bassin de Bedford. L'analyse d'une série de données sur la température et la salinité, la chlorophylle et les éléments nutritifs couvrant 30 années sera effectuée pour évaluer la variabilité temporelle à ce site côtier. En outre, lorsque possible, cette série de données sera comparée à des mesures hauturières afin de déterminer si la série temporelle de données côtières affiche une quelconque relation avec la variabilité biologique des eaux du plateau néo-écossais.
- d) Prince 5 et Station 27. Des fonds provenant du Programme du climat des océans ont été obtenus pour déterminer la représentativité spatiale de la station 27 et de la station Prince 5. Les résultats de cette étude seront utilisés par le programme de monitoring zonal.

5.3.2 Grands Bancs de Terre-Neuve / Plateau du Labrador. On procédera à l'analyse des données CPR pour déterminer la variabilité spatiale et temporelle de la production

primaire et secondaire sur le plateau de Terre-Neuve. On examinera aussi des sections hydrographiques ainsi que des données sur la température et la salinité provenant de divers mouillages pour déterminer les échelles spatiales et temporelles de variabilité à l'échelle du plateau. Il existe en effet un certain nombre de mouillages d'instruments, situés principalement entre le banc de Hamilton et les Grands Bancs, qui pourront être utilisés pour la réalisation de cette analyse. En outre, les observations biologiques, physiques et chimiques effectuées tout au long de l'année par Mobil Oil Corp., au début des années 1980 sur les Grands Bancs, constituent un ensemble de données interdisciplinaires qui se révéleront utiles pour étudier les problèmes d'échelle des phénomènes océanographiques.

5.3.3 Golfe du Saint-Laurent.

- a) Données historiques d'échantillonnages à l'ancre ou en dérive. Une analyse des données provenant d'échantillonnages à l'ancre ou en dérive d'une durée de 24 à 48 heures pendant plusieurs années (principalement durant les mois de juillet et d'août), de même que des données d'autres sources (e.g., transects V-fin), sera effectuée afin de déterminer la variabilité spatiale et horizontale, ainsi que la représentativité des deux stations fixes du Golfe. Des profils CTP, la Chl *a*, la production primaire, les éléments nutritifs ainsi que le zooplancton et l'ichtyoplancton, dans certains cas, sont les variables disponibles.
- b) Station de Rimouski. L'analyse d'une série de profils CTP et de données sur le plancton qui ont été recueillies sur une base hebdomadaire pendant six ans entre mai et octobre au large de Rimouski, sera effectuée afin de déterminer l'importance de la variabilité temporelle dans la composition des espèces dans l'estuaire maritime du Saint-Laurent.
- c) Données historiques sur le zooplancton. Une étude de la variabilité spatiale du zooplancton et du phytoplancton de l'Estuaire Maritime sera effectuée sur une série mensuelle (de février à décembre) de deux ans de données. D'autres études et séries de données sur l'Estuaire ainsi que sur le nord-ouest et le sud-ouest du Golfe pourront également être examinés afin d'examiner la représentativité des stations.
- d) Stations fixes du courant de Gaspé et de la Gyre d'Anticosti. L'échantillonnage saisonnier de variables biologiques, chimiques et physiques à ces deux stations fixes a débuté il y a deux ans et est complété par l'échantillonnage occasionnel d'un certain nombre de stations le long d'une section comprenant ces deux stations fixes. L'analyse de ces données sera aussi effectuée.

5.4 NOUVELLES TECHNOLOGIES DE MONITORAGE

5.4.1 Profils sur navires en mouvement. Avec la réduction actuelle de la flotte du MPO et le coût élevé du temps supplémentaire associé à l'échantillonnage en mer, il y a définitivement un besoin de recourir à des méthodes plus rapides pour acquérir des données océanographiques. Comme un pourcentage élevé des missions du MPO consistent à échantillonner des stations avec navire immobile sur station, on pourrait certainement réaliser des économies importantes de

temps de navire si on possédait des instruments qui permettent l'échantillonnage lorsque le navire est en mouvement. Par exemple, l'échantillonnage du plateau continental depuis le détroit de Cabot jusqu'au Banc Brown peut nécessiter dix jours pour un relevé de profils CTP et 15 jours si des variables biologiques sont incluses. Idéalement, si tous les échantillons pouvaient être prélevés à partir d'un navire en mouvement, le temps requis serait ramené à quatre jours, soit une réduction considérable.

MPO-Maritimes étudie présentement de nouvelles technologies qui devraient permettre les profilages physiques et biologiques à partir d'un navire en mouvement, peu importe son tonnage. En mettant à profit la technologie mise au point au MPO-Maritimes qui a été transmise sous licence à l'industrie canadienne, le MPO travaille présentement au développement d'un profileur toué (PT) capable d'échantillonner la température, la salinité, la pression, la fluorescence chlorophyllienne et le zooplancton (compteur optique de plancton) jusqu'à une profondeur de 200 m et ce, à une vitesse de 12 à 15 noeuds. Utilisé à de telles vitesses, cet appareil permettrait la couverture de tout le plateau en peu de temps. Cette version 200 m du profileur toué est présentement mise au point en partenariat avec deux entreprises locales de Dartmouth, en Nouvelle-Écosse.

5.4.2 Autres technologies pour réduire le temps l'échantillonnage. Il est présentement impossible d'éliminer la collecte à plusieurs stations des variables biologiques ainsi que les traits de filet qui exigent beaucoup de temps parce ces données sont nécessaires pour valider d'autres types d'échantillonnage. Notre but est cependant de réduire au minimum le nombre de stations et le temps passé à ces stations. C'est la raison pour laquelle le MPO travaille à mettre au point des indices de biomasse zooplanctonique qui pourraient être obtenues à partir d'un profilage rapide réalisé à l'aide d'un compteur à plancton.

Les profilages actuels requièrent des câbles ou des treuils distincts pour les traits de filets bongos et le profilage CTP. MPO-Maritimes développe présentement un filet bongo instrumenté comprenant une sonde CTP, un fluoromètre et un compteur optique de plancton. Les filets bongos sont alors installés de chaque côté des instruments vers l'extérieur. Cet agencement permet ainsi de combiner les deux activités de profilage en une seule. Les profils CTP et ceux des autres sondes sont effectués durant la phase descendante, tandis que le zooplancton est capturé par les filets bongos pendant la phase ascendante. Le temps d'échantillonnage à chaque station est alors réduit à environ cinq minutes. Présentement, l'analyse des échantillons de zooplancton accapare une bonne partie des budgets disponibles. En analysant les données provenant de filets bongos instrumentés, on tente de déterminer s'il est possible d'utiliser les données du compteur optique pour développer des indices de biomasse zooplanctonique représentatifs qui permettraient de réduire le nombre d'analyses d'échantillons de zooplancton.

5.5 MÉTHODES ET PROTOCOLES STANDARDS

Les protocoles d'échantillonnage et les méthodes d'analyse doivent être normalisés entre les trois régions. Ceci implique le développement, l'adaptation et l'utilisation de matériel d'échantillonnage et d'une logistique comparable entre les régions. De même il faut penser

attribuer des contrats externes communs pour les analyses spécialisées qui ne sont pas exécutées par les laboratoires du MPO (e.g., identification du phytoplancton et du zooplancton). Cela signifie également qu'il faudra rechercher des façons d'éviter les chevauchements inutiles et de s'assurer de la comparabilité des données (e.g., en attribuant un type d'analyse à un laboratoire donné, tandis qu'un autre laboratoire assumera une autre responsabilité). Pour ces raisons, il importe que chacune des régions utilise le même type d'instruments et d'équipements d'échantillonnage; les échantillons pour chacune des variables devraient être analysés en un lieu central lorsque c'est possible afin d'éviter tout chevauchement inutile des ressources et des efforts ainsi que pour réduire la variance des résultats. Pour s'assurer de cette normalisation, le GTMO propose la création d'un comité zonal permanent de coordination et de gestion tel que décrit à la section 8.

5.6 ARCHIVAGE DES DONNÉES

L'archivage rapide des données de monitoring constituera un élément important du programme de monitoring zonal. Le GTMO considère également l'identification et l'incorporation des ensembles de données historiques dans des bases de données sur le monitoring comme étant une priorité importante. Cet effort doit être soutenu en majeure partie par la base-A attribuée aux programmes en cours, particulièrement pour les données en océanographie physique. Cependant, un effort particulièrement déterminé devra être consenti pour rassembler et consolider les ensembles de données biologiques qui, contrairement aux données physiques, n'ont jamais été gérés en tant que ressources régionales ou nationales. Des fonds additionnels provenant du programme de monitoring seront requis pour amorcer et soutenir cette initiative. Récemment, le Ministère a décidé de créer un groupe de travail pour élaborer une stratégie d'archivage des données biologiques par l'entremise du Programme du climat des océans. Cette initiative pourrait constituer une solution au problème de l'archivage des données biologiques. Certains des membres du GTMO participeront également à cette nouvelle initiative.

6. GESTION DES DONNÉES

Les objectifs du GTMO en matière de gestion des données sont similaires à ceux du Groupe de travail national sur la gestion des données (GTNGD) qui consistent à coordonner et à normaliser les procédures de contrôle de la qualité, du traitement, de l'archivage et de la diffusion des données physiques, chimiques et biologiques de la Direction des Sciences du MPO. La réalisation de ces objectifs devrait permettre à la clientèle d'accéder directement à l'information des bases de données publiques et à des produits d'analyse connexes via un site Web sur l'Internet.

La portée du plan de gestion des données du GTMO est limitée aux sphères d'intérêt de la zone Atlantique ainsi qu'aux variables et renseignements spécifiques identifiés par les membres du GTMO. L'accent est mis sur un accès rapide et facile aux données et à l'information recueillies et générées dans le cadre du programme de monitoring. Pour ce faire, il faudra une collaboration et une concertation étroite entre les gestionnaires de données et les scientifiques aux échelons régional et national. Le modèle propose l'utilisation des infrastructures actuelles pour la gestion

des données physiques et chimiques et l'élaboration d'une nouvelle infrastructure pour la gestion des données biologiques, en suivant les recommandations du GTNGD.

6.1 OBJECTIFS EN MATIÈRE DE GESTION DES DONNÉES

Les objectifs du GTMO en matière de gestion des données sont les suivants :

- Centraliser, pour la clientèle, l'accès aux données, aux produits et aux renseignements dérivés recueillis et générés dans le cadre du programme de monitoring via l'Internet;
- Favoriser l'échange de données et de l'information et s'assurer que les ensembles de données recueillis pendant la présente année et les années antérieures seront disponibles en ligne pour les intervenants du programme de monitoring (Régions de Terre-Neuve, des Maritimes, Laurentienne et SDMM);
- Assurer la protection, conservation et la possibilité de réutilisation à long terme des données et de l'information recueillies et générées dans le cadre du programme de monitoring;
- S'assurer que toutes les données physiques, chimiques et biologiques sont recueillies, traitées, validées et consignées selon les normes de gestion des données nationales.

6.2 DIFFUSION DES DONNÉES ET DES PRODUITS DES DONNÉES

Un serveur WWW Internet sera installé au SDMM afin d'assurer un accès centralisé aux données physiques, chimiques et biologiques ainsi qu'à l'information et aux produits issus du programme de monitoring zonal. Comme mentionné précédemment, on pourra ainsi satisfaire les demandes des nombreux clients internes et externes, notamment en offrant des répertoires et des index de données qui faciliteront la recherche, ainsi que des produits à valeur ajoutée issus des analyses. Des liens directs avec le serveur du SDMM et ceux des autres sites Web régionaux et nationaux permettront également de télécharger des ensembles de données et des renseignements pertinents.

Toutes les données et l'information recueillies et produites dans le cadre du programme de monitoring pendant l'année en cours et les années antérieures seront disponibles en ligne à ce site web. En outre, on établira au besoin d'autres liens avec certaines bases de données des régions et du SDMM pour qu'il soit possible d'accéder à des ensembles de données historiques. Les protocoles de transfert de fichiers requis pour télécharger les données, l'information et les produits en ligne par le site web seront mis au point au besoin.

La réussite de ce programme est fonction de la rapidité avec laquelle les ensembles de données des investigateurs primaires aboutiront aux serveurs régionaux et nationaux. Il reviendra aux gestionnaires des régions et du SDMM de s'assurer que le flux des données sera maintenu jusqu'à ces serveurs.

Le public pourra accéder librement à la majeure partie des données recueillies dans le cadre du programme via Internet. Le site web contribuera également au respect des engagements nationaux et internationaux à l'égard d'autres programmes mondiaux (GLOBEC, JGOFS, etc.).

Toutefois, des restrictions en matière d'accès pour certaines données devront peut être appliquées (e.g., données CPR) au niveau des serveurs locaux.

6.3 CONSERVATION ET ÉCHANGE DES DONNÉES

Conformément aux lignes directrices du GTNGD, le GTMO propose d'utiliser un modèle de gestion décentralisé basé sur de l'information répartie et constamment mise à jour sur divers serveurs afin d'assurer l'accès aux données et aux produits dérivés des analyses du programme de monitoring. Il s'agit d'un système analogue au nouveau système national d'information sur les polluants dont les serveurs, répartis dans les régions et au SDMM, sont inter-reliés pour assurer un accès commun aux données et à l'information. Ce système permet une mise à jour continue des données et de l'information pertinentes indépendante sur les différents serveurs ainsi que le respect des normes en matière de traitement des données, de contrôle de la qualité et de constitution de dictionnaires de données qui sont nécessaires pour assurer la liaison des divers ensembles de données.

La gestion des données océanographiques physiques et chimiques recueillies par la Direction générale des Sciences du MPO s'appuie sur une infrastructure constituée de centres d'expertise pour les ensembles de données spécialisées qui sont répartis dans les régions et dans la capitale nationale. Le GTMO veut tirer profit de cette infrastructure pour améliorer l'accès et la distribution des bases de données océanographiques physiques et aux produits dérivés d'analyses qui sont disponibles dans les régions et au SDMM. Pour assurer la sauvegarde des données sur les variables clés collectées dans le cadre du programme de monitoring zonal, la répartition des responsabilités en terme d'archivage sera la suivante :

- SDMM : données sur les profils océanographiques (e.g., T, S, éléments nutritifs, oxygène);
- SDMM : données sur le niveau de la mer;
- Sciences océaniques, Région des Maritimes : séries temporelles de données (e.g., thermographes et courants marins).

Le GTMO reconnaît qu'il n'existe aucune infrastructure régionale ou nationale standard pour l'archivage des données biologiques et, par conséquent, compte suivre les recommandations du Comité national de gestion des données relativement à cette question. La Région Laurentienne a accepté de prendre l'initiative de la mise au point d'une infrastructure commune pour les ensembles de données biologiques du programme de monitoring zonal qui suivrait les recommandations du GTNGD. Pour assurer la conservation des ensembles de données du PMZ, les responsabilités archivistiques relatives aux variables biologiques seront coordonnées entre le SDMM et la division des Sciences océaniques de la Région Laurentienne.

6.4 NORMES SUR L'INFORMATION ET LA QUALITÉ DES DONNÉES

En bout de ligne, il revient au scientifique en charge d'assurer la qualité et l'intégrité des données recueillies dans le cadre du programme de monitoring zonal. Le Groupe de travail national sur la gestion des données énoncera des lignes directrices et des normes pour le traitement, le contrôle de la qualité et l'archivage des données physiques, chimiques et

biologiques que les participants du PMZ devront respecter. Toutes les données seront soumises à un contrôle de qualité en fonction des normes du GTNGD, en consultation avec les scientifiques en charge.

Les rapports sommaires de mission, les résumés et répertoires de données, les protocoles d'échantillonnage, les descriptions des méthodes de contrôle de qualité et d'autres renseignements jugés pertinents par l'ensemble des participants internes et des clients externes seront accessibles sur le site Internet du SDMM. Les lignes directrices applicables à cette information seront également conformes aux recommandations du GTNGD.

7. ANALYSE ET INTERPRÉTATION DES DONNÉES

L'analyse des données est une étape critique de la préparation et de la diffusion aux clients des produits dérivés des données du programme de monitoring. Le GTMO prévoit qu'il faudra charger un groupe de travail permanent de l'analyse des données pour s'assurer que le programme de monitoring zonal donne des résultats significatifs. Sinon, les données s'accumuleront et personne n'assumera la responsabilité de les interpréter. Qui plus est, avec le développement de nouvelles techniques automatisées d'échantillonnage (fortement recommandé par le GTMO) et la diminution continue des ressources du MPO, il faudra réévaluer continuellement la validité de notre programme de monitoring zonal et proposer ou apporter des modifications au besoin. Un autre rôle joué par le groupe permanent d'analyse des données sera de développer des indices climatologiques adéquats ou d'autres produits spécifiques qui répondront aux exigences des clients en matière de détection des changements environnementaux.

Bref, le programme de monitoring zonal doit permettre l'utilisation des données qu'il recueille afin de permettre l'évaluation de l'environnement biologique, chimique et physique d'une année à l'autre et pour permettre la comparaison des conditions actuelles avec celles du passé. Le GTMO perçoit le programme comme un complément des évaluations environnementales présentées actuellement au Comité d'Océanographie des Pêches, au Conseil pour la Conservation des Ressources Halieutiques et à l'OPANO. Plusieurs participants du programme de monitoring participeront d'ailleurs à plusieurs des rapports produits pour ces groupes. De nouveaux produits devront aussi être mis au point pour satisfaire de nouveaux besoins de ces groupes ainsi que pour répondre aux demandes d'un plus vaste éventail de clients.

Les produits offerts par le programme de monitoring évolueront au fil du temps, en fonction de la demande et de la nécessité de nouveaux produits. Certains produits seront les mêmes que ceux qui sont présentement réalisés pour les examens environnementaux qui ont lieu actuellement. D'autres s'ajouteront pour permettre une évaluation plus exhaustive des changements environnementaux (e.g., profils de température, salinité, courants dérivés des champs de densité, teneur en oxygène, concentrations en éléments nutritifs et certains variables biologiques le long des transects). Du côté des variables physiques et chimiques, il sera possible de comparer l'état actuel de l'environnement avec une moyenne à long terme. On pourra en outre calculer le transport de chaleur, de sel et d'éléments nutritifs dans toute la région nord-ouest de l'Atlantique.

Il convient aussi de noter que la nature synoptique et élargie de l'échantillonnage des sections permettra des évaluations globales pour toute la région comme par exemple, une analyse volumétrique de la structure de la température et de la salinité. De ce type d'analyse, il sera possible d'évaluer la quantité d'eau profonde qui entre dans les gammes de température recherchées par la morue ou d'autres espèces de poissons. Par ailleurs, il sera également possible de déterminer l'importance du réservoir d'éléments nutritifs qui est disponible pour la production primaire pour la région du plateau. Le GTMO prévoit également utiliser davantage les données sur le niveau de la mer et d'autres données prises par satellite. Le niveau de la mer en particulier révèle certaines tendances à très long terme dans la région, avec une augmentation de quelques 40 cm au cours du dernier siècle. Dans la région de la baie de Fundy, l'amplitude des composants semi-diurnes de la marée peut varier à cause de cette tendance à long terme ou à cause de divers changements touchant les processus de dissipation dans la baie elle-même. Les données CPR et les données provenant des stations fixes pourraient être exploitées de façon similaire. Ainsi, les changements globaux de composition et d'abondance des espèces pourraient être dérivés à partir de ces séries de données; on disposerait ainsi d'une mesure indépendante de la variabilité interannuelle et à long terme du plancton.

Pour évaluer le climat océanique actuel, nous devons pouvoir le comparer à des conditions moyennes. Pour certaines variables, comme la température et la salinité, on dispose d'outils permettant de consulter les données et les indices climatologiques qui sont accessibles depuis le site web du MPO. Ces ressources se sont révélées très utiles pour répondre aux demandes des clients. Aussi, le GTMO aimerait que soient développés des indices climatologiques similaires pour d'autres variables. Par exemple, l'IOB et l'IML procèdent actuellement à la mise sur pied de vastes bases de données sur l'oxygène dissout et les éléments nutritifs. Ces ressources pourraient être utilisées pour le développement d'indices climatologiques portant sur des régions spécifiques de l'Atlantique et pourraient être facilement accessibles si elles étaient publiées dans des rapports papiers ou sur le site web. Dans ses analyses des échelles de variabilité, le GTMO s'est surtout basé sur des ensembles de données physiques. Or, certaines données biologiques peuvent également être exploitées de la même façon. Par exemple, les données CPR pourraient être utilisées pour estimer les échelles spatiales de variabilité unidimensionnelle (selon l'axe y), et les traits de filets de Sameoto-Herman (IOB) (selon y et z), les données du programme PIPNE (selon x et y) et les données sur les algues toxiques et celles sur les variables chimiques et biologiques de la station du bassin de Bedford (selon z et t) pour les échelles en deux dimensions. Ce sont là quelques exemples des travaux que le groupe permanent sur l'analyse des données pourrait utiliser pour évaluer le programme d'échantillonnage, élaborer des indices climatologiques et créer de nouveaux produits.

Le GTMO est aussi fortement en faveur du développement, à l'extérieur du programme de monitoring, de modèles numériques régionaux dans chacune des régions, qui permettraient de synthétiser l'information et de vérifier diverses hypothèses. La mise au point et l'utilisation de modèles de circulation pronostiques et numériques est un complément au programme de monitoring. Lorsque de tels modèles seront disponibles, il sera plus facile de reconnaître les zones sensibles dans chacune des régions ainsi que d'identifier les fréquences critiques. Le groupe sur l'analyse des données sera alors en bonne position pour évaluer la stratégie d'échantillonnage et pour proposer des modifications au programme de monitoring zonal. Qui

plus est, les données recueillies dans le cadre du programme et des missions d'opportunité pourront alors être utilisées pour calibrer les modèles et en améliorer la précision. Les modèles de circulation peuvent également incorporer les données sur les éléments nutritifs et servir à l'évaluation de la production primaire. Finalement, il pourrait également être possible d'étudier les problèmes mettant en cause l'advection du zooplancton et des larves de poissons.

Quelques exemples de produits spécifiques issus du programme de monitoring qui pourraient être offerts à une échelle temporelle appropriée incluent (1) des bases de données primaires sur des variables fondamentales décrivant l'environnement biologique, chimique et physique et (2) des produits à valeur ajoutée qui seront développés par le groupe sur l'analyse des données. Le rapport annuel sur l'état des océan et d'autres indices environnementaux mis au point à des fins particulières (e.g., l'indice W_1 [Therriault, J.-C. et Plourde, J., 1996. *Development of an environmental index for the detection of climate changes in the Gulf of St. Lawrence: ecological interpretation of results and implication for future monitoring programs. Climate variability and climate change in Atlantic Canada*, Rapport sur l'atelier. Halifax, N.-É., 3-6 déc. 1996]) constituent les produits à valeur ajoutée les plus importants qui découleront des travaux du groupe permanent sur l'analyse des données, mais d'autres exemples précis de produits à valeur ajoutée déjà disponibles ou potentiels existent :

Variables physiques :

- Graphique de profils de température et de salinité le long de transects;
- Comparaisons des indices climatologiques moyens entre sections (implique la création d'indices climatologiques moyens pour les sections);
- Calcul des courants géostrophiques le long des sections;
- Comparaison des courants climatologiques géostrophiques moyens (implique la création d'indices climatologiques moyens pour les sections);
- Cartes de répartition de diverses variables selon des périodes et des profondeurs particulières ou selon la topographie du fond (comprend la fusion des données du plateau continental avec celles du plateau des Îles-de-la-Madeleine);
- Estimations des volumes T-S pour comparaison avec des moyennes à long terme, évaluation de zones du fond marin selon des critères de température, et comparaison de ces variables avec la moyenne à long terme;
- Série temporelles pour les régions représentatives des sections incluant le sud du Golfe, le détroit de Cabot, le transect de Louisbourg, le transect d'Halifax, la section du Cap de Sable, la section XBT, au-delà du Banc Georges, la station Prince 5 et ainsi qu'à d'autres stations standard.

Variables chimiques :

- Cartes de répartition des éléments nutritifs;
- Cartes de répartition de l'oxygène dissout.

Variables biologiques :

- Index graphique des concentrations saisonnières de chlorophylle aux stations fixes, plus cartes synoptiques de la concentration de chlorophylle établie à partir des données satellites de couleur de la mer;

- Index graphique de la biomasse mésozooplanctonique dans quatre ou cinq sous-régions de la zone atlantique pour détecter des fluctuations de plusieurs ordres de grandeur;
- Graphiques de la structure de communauté du micro- et du mésozooplancton par sous-régions montrant les changements saisonniers et les tendances à long terme qui caractérisent les changements de régime;
- Graphiques CPR pour un certain nombre de taxa montrant les cycles saisonniers, les variations décennales de l'abondance et les données de l'année en cours pour chaque mois; ces informations seront produites pour quatre régions : l'est et l'ouest des Grands Bancs, le plateau néo-écossais et le Banc Georges;
- Graphiques des données acoustiques (échogrammes) utilisés comme indices de la biomasse macrozooplanctonique (principalement le *krill*) pour différentes saisons le long de trois sections du plateau néo-écossais.

Téledétection :

- Images satellites traitées par le JPL (18 x 18 km) pour élaborer des atlas d'indices climatologiques pour différentes zones du plateau néo-écossais et du golfe du Maine, ainsi que du golfe du Saint-Laurent; les cartes comprendront des séries temporelles provenant des régions ainsi que les données sur les anomalies mensuelles;
- Cartes TSM bimensuelles pour le golfe du Saint-Laurent;
- Considération à plus long terme accordée à l'utilisation des données météorologiques provenant du SEA qui sont utilisées pour les analyses des fronts associés au plateau et à la pente continentale et au Gulf Stream, ainsi que celles associées aux tourbillons (eddies), aux remontées d'eaux profondes le long des côtes, aux flux de sortie du détroit de Cabot, aux zones de mélange, etc.;
- Développement de cartes des concentrations bimensuelles de chlorophylle pour l'ensemble de la région de l'Atlantique dans les années à venir.

Données côtières :

- Les PMLTT (des indices climatologiques doivent être créés au départ à partir des séries temporelles et des relevés d'anomalies);
- Niveau de la mer (des indices climatologiques doivent être créés au départ à partir des séries temporelles et des relevés d'anomalies);
- Sites de monitoring dans les baies côtières comme Sambro [N.-É.], Mahone Bay [N.-É.], Passamaquoddy [N.-B.] (ici aussi, des indices climatologiques doivent être créés au départ à partir des séries temporelles et des relevés d'anomalies).

Séries de données connexes :

- Il est question ici de données sur la couverture de glace (les cartes doivent être numérisées), les vents (données achetées d'SEA), le ruissellement (de l'SEA), l'ONA, les températures de l'air, etc.;
- Graphiques annuels de la force des classes d'âges des diverses espèces de poissons;
- Cartes de répartition des algues toxiques.

8. GESTION ET COORDINATION PERMANENTES

Si l'on veut tirer profit des divers ensembles de données recueillies, ou qui le seront, et faire en sorte que l'on propose de nouvelles activités de collecte ou des ajustements au programme de monitoring zonal (seulement dans les secteurs où l'information essentielle est absente ou lorsqu'un effort zonal coordonné est requis), le GTMO estime qu'il faut maintenir des groupes de travail ou des comités permanents pour assurer la coordination et l'intégration adéquate des activités scientifiques de monitoring des océans réalisées par le MPO dans toute la zone Atlantique. Ainsi on pourrait penser à :

- Un *comité permanent de coordination et de gestion*, composé de gestionnaires et de techniciens choisis provenant des trois régions et du SDMM. Ce comité devrait assurer la coordination générale des activités de monitoring zonal, la normalisation des méthodes, la création de relations avec les clients, la gestion des données, etc.;
- Un *groupe de travail permanent sur l'analyse des données* composé de chercheurs provenant des divisions des sciences océaniques et de la recherche sur les pêches dans chacune des régions, avec une coordination assurée par le comité zonal permanent de coordination et de gestion en consultation avec le Comité sur l'océanographie des pêches. Ce comité d'analyse des données assumera la responsabilité de produire le rapport annuel sur l'état de l'environnement ainsi que les indices environnementaux qui sont requis par les clients. D'autres produits répondant à des besoins spécifiques des clients seront également élaborés, comme on l'indique à la section 7. Ce comité sera également responsable de l'analyse des données de monitoring acquises afin de recommander des modifications au programme de monitoring lorsque ce sera nécessaire.

Finalement, le GTMO propose que des ateliers réguliers soient tenus (tous les quatre ou cinq ans) afin que l'on puisse réexaminer le programme de monitoring zonal de concert avec d'autres organismes (COP, associations de pêcheurs, universités, etc.).

Annexe I. Liste des acronymes utilisés dans ce rapport. (*À noter que l'acronyme anglais est indiqué lorsqu'il est plus connu et parfois utilisé à la place de l'acronyme français.*)

AVHRR	Advanced Very High Resolution Radiometer (<i>Base de données de radiométrie à haute résolution; NOAA</i>)
CIF	Couche intermédiaire froide
COP / FOC	Comité d'océanographie des pêches / Fisheries Oceanography Committee
CPANO / NWAFC	Centre des pêches nord-ouest de l'Atlantique / Northwest Atlantic Fisheries Center
CPO / OPC	Compteur de plancton optique / Optical Plankton Counter
CPR	Continuous Plankton Recorder (<i>Enregistreur de plancton en continue opéré par la fondation Hardy -UK</i>)
CTP / CTD	Conductivité, température et profondeur / Conductivity, Temperature and Depth
CZCS	Coastal Zone Color Scanner (<i>Satellite mesurant la couleur de la mer dans la zone côtière</i>)
EC	Environnement Canada
ENVIRODAT	Base de données nationale sur la qualité de l'eau
ETP	Équivalent temps plein
GLOBEC	Global Ocean Ecosystem Dynamics (<i>programme national et international sur le couplage zooplancton-poissons dans l'Atlantique nord-ouest</i>)
GSL	Golfe du Saint-Laurent
GTMO / OMWG	Groupe de travail sur le monitoring zonal des océans / Ocean Monitoring Working Group
GTNGD	Groupe de travail national sur la gestion des données
IDM	Îles-de-la-Madeleine
IML	Institut Maurice-Lamontagne
IOB	Institut océanographique de Bedford
JGOFS	Joint Global Ocean Flux Study (<i>Programme de l'étude conjointe des flux des océans du globe</i>)
JPL	Jet Propulsion Laboratory (NASA)
MPO	Ministère des Pêches et des Océans
MPS	Matières particulaires en suspension
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration
ONA / NAO	Index de l'oscillation nord-atlantique / North Atlantic Oscillation
OPANO / NAFO	Organisation des pêches nord-ouest de l'Atlantique / North Atlantic Fisheries Organisation
OPEN	Ocean Productivity and Enhancement Network (<i>Programmes dans le cadre du Réseau de centres d'excellence</i>)
OPTTEST	Optimally Estimated (<i>Base de données des estimés optimaux des pressions barométriques</i>)
PCAD / ADCP	Profileur de courant acoustique Doppler / Acoustic Doppler Current Profiler
PEP	Programme sur l'écologie des pêches
PIPNE	Programme sur l'ichtyoplancton du plateau néo-écossais
PMLTT / LTTM	Programme de monitoring à long terme de la température / Long Term Temperature Monitoring program

PMZ	Programme de monitoring zonal
PRDE / PERD	Programme de recherche et de développement énergétique / Panel of Energy Research and Development
PT / MVP	Profileur toué / Moving Vessel Profiler
RDP / PAR	Rayonnement disponible pour la photosynthèse / Photosynthetically Available Radiation
SDMM / MEDS	Service des données sur le milieu marin / Marine Environmental Data Service
SEA	Service de l'environnement atmosphérique
SeaWiFS	Sea-viewing Wide-Field-of-View Sensor (<i>capteur satellite à grand champ de la couleur des océans</i>)
SHC	Service hydrographique du Canada
SINECO	Système d'information sur les niveaux des eaux côtières et océaniques
TSM / SST	Température de surface de la mer / Sea Surface Temperature

Annexe II. Mandat du groupe de travail sur le monitoring des océans.

CONTEXTE

Le monitoring environnemental se définit comme étant la collecte de données sur une base continue afin d'obtenir une description quantitative de la variabilité de caractéristiques physiques, chimiques et biologiques clés dans une région particulière. Le monitoring environnemental est nécessaire si l'on veut comprendre les interactions entre l'environnement et les ressources halieutiques, détecter et quantifier les changements climatiques, faire des prévisions, valider des modèles et disposer de données historiques et en ligne pour soutenir l'exécution d'activités maritimes en lien avec les pêches, l'énergie, le transport, etc.

MANDAT

Compte tenu de ce qui précède, le mandat spécifique du groupe de travail sur le monitoring des océans (GTMO) est de mettre au point et de concevoir un programme de monitoring environnemental efficace pour la zone nord-ouest de l'Atlantique. Ce programme doit fournir les renseignements et les séries de données à long terme dont on a besoin pour :

1. Suivre et prévoir les changements d'état et de productivité des océans et des écosystèmes marins;
2. Répondre aux questions posées par les clients;
3. Avertir les clients des changements à court et à long terme;
4. Bâtir des bases de données adéquates qui pourront répondre aux besoins futurs.

MEMBRES

Le groupe est composé des représentants suivants, qui proviennent des trois régions de l'Atlantique et de l'Administration centrale :

<u>Membres nommés</u>		<u>Membres invités</u>	
Bellemare, Paul	(Maritimes)	Chadwick, Mike	(Maritimes)
D'Amours, Denis	(AC-Ottawa)	Gagné, Jacques	(Laurentienne)
Gagnon, Jean	(SDMM-Ottawa)	Gosselin, Serge	(AC-Ottawa)
Gregory, Doug	(Maritimes)	Herman, Alex	(Maritimes)
Helbig, Jim	(Terre-Neuve)	Kinney, Laureen	(Maritimes)
Lefaiivre, Denis	(Laurentienne)†	Mitchell, Michel	(Maritimes)
Pelchat, Bernard	(Laurentienne)	Zwanenburg, Kees	(Maritimes)
Pepin, Pierre	(Terre-Neuve)		
Petrie, Brian	(Maritimes)		
Runge, Jeff	(Laurentienne)		
Sameoto, Doug	(Maritimes)		† rapporteur
Therriault, J.-Claude	(Laurentienne)‡		‡ président

Annexe III. Répertoire des activités de monitoring terminées et en cours dans les différentes régions.

RÉGION DES MARITIMES

Répertoire des fichiers sur les indices climatiques. Ces fichiers sont gardés en archive et mis à jour sur une base régulière.

- *Série chronologique sur la pression barométrique* : INDEX ONA 1895-1997; OPTTEST couvre la pression barométrique pour la région approximative s'étendant de 20-90°N à 5°E-90°W;
- *Températures de l'air annuelles* : 13 séries chronologiques provenant principalement du nord de l'Europe et remontant, dans certains cas, à 1816;
- *Températures de l'air mensuelles* : 83 séries chronologiques couvrant l'Arctique, la côte est du Canada et des États-Unis, certains pays européens ainsi que quelques parties du Canada et remontant, dans certains cas, à 1757;
- *Vents géostrophiques (6 h)* : 25 séries chronologiques pour les sites du SEA de la côte est, de 1946 à 1991;
- *Débits mensuels de l'eau douce* : 24 séries chronologiques pour les cours d'eau de la N.-É. et du N.-B., plus un index de la baie d'Hudson, remontant, dans certains cas, à 1914;
- *Phénomènes océanographiques* : Tourbillons, Gulf Stream et positions frontalières sur le plateau et la pente continentale, mesurées dans certains cas depuis 1966, sur une base mensuelle et selon la fréquence de production des cartes;
- *Glace-Icebergs* : Répartition des glaces au-delà du détroit de Cabot (1970-1994) ainsi qu'au sud du 55°N (1963-1994) et nombre d'icebergs (1983-1994);
- *TSM mensuelle par zone* : 24 séries chronologiques de zones géographiques (1971-1993);
- *TSM côtière sur petits navires* : 13 séries chronologiques provenant de Woods Hole (MA, É.-U.) à Grande Rivière (Qué) remontant, dans certains cas, à 1906 (certaines ont été interrompues);
- *TMS de la baie de Fundy* : 41 séries chronologiques pour la période allant de 1980 à 1990;
- *Série T-S mensuelle* : 3 séries pour Emerald Bassin (1947-1995), Prince 5 (1924-1995) et la Station 27 (1946-1995);
- *Zooplankton (Doug Sameoto)* : Années couvertes—1984-1995; régions—principalement le plateau néo-écossais et le golfe du Maine, certaines zones de l'Arctique, du nord Atlantique et du Pacifique tropical de l'est. Les tableaux comportent des données temporelles et spatiales ainsi que des données de missions; dénombrement, poids et espèces. L'information emmagasinée dans la base de données provient presque exclusivement de la Section d'océanographie biologique;
- *Division des poissons marins (Bob Branton)* : Base de données PIPNE—porte notamment sur les larves poissons, le zooplankton et les éléments nutritifs relevés sur le plateau néo-écossais entre 1977 et 1982;
- *Base de données sur le poisson* : 1970-1996; abondance et distribution dans la région de la Nouvelle-Écosse et de la baie de Fundy;

- *Programmes d'observateurs nationaux et étrangers* : de 1977 à aujourd'hui; prises, temps et lieux;
- *Programme sur les débarquements aux ports* : décennies, espèces, taille et âge des poissons débarqués.

Autres séries chronologiques

- *Niveau de la mer* : Le réseau permanent de niveau d'eau de l'est du Canada compte environ 20 marégraphes, bien que leur nombre ait diminué depuis les dernières années. Des données sont recueillies depuis la fin des années 1800;
- *PMLTT (Programme de monitoring à long terme des températures)* : Les mesures sont effectuées à onze sites côtiers à l'année longue à des profondeurs variant entre 1 et 3 m; le programme a débuté en 1978. Les données sont conservées dans une base de données mise à jour régulièrement;
- *Mission pour la prévision des glaces* : Levés hydrographiques (avec ajout récent de mesures de l'oxygène et des éléments nutritifs) effectués à la fin de l'automne et au début de l'hiver dans le golfe du Saint-Laurent; a débuté vers 1960 et se poursuit actuellement; la température de la couche 200-300 m observée dans le détroit de Cabot a servi en tant qu'indice climatique;
- *Sections hydrographiques* : Les sections du détroit de Cabot, de Louisbourg, d'Halifax et de Cap de Sable ont été échantillonnées de façon irrégulière à partir du début des années 1950 jusqu'à la fin des années 1970; parmi ces sections, celle de Halifax présente le taux d'occupation le plus important, suivie par la section du détroit de Cabot; on s'est de nouveau intéressé à l'échantillonnage à ces sections au cours des dernières années;
- *Données de courantométrie* : Même si les courantomètres ne sont pas, en général, mouillés pendant de longues périodes, ceux de la région du Cap de Sable l'ont été de 1978 à 1985 et de 1995 à 1996; les stations du Cap de Sable et du banc de Hamilton affichent les séries chronologiques de levés au courantomètre les plus longues;
- *Programme de monitoring environnemental de Pointe Lapreau* : En fonction depuis 1978, ce projet recueillait des données océanographiques sur des missions annuelles, mais fait maintenant l'objet d'une mission tous les cinq ans; en tout, environ dix missions océanographiques ont été réalisées; une vaste catégorie de traceurs radioactifs est échantillonnée dans l'atmosphère, sur la terre et dans l'océan; le programme terrestre est mené en collaboration avec le Nouveau-Brunswick et permet l'obtention de quelques séries mensuelles;
- *Station du bassin Bedford* : Une série chronologique pluridisciplinaire couvrant 30 années; cet ensemble de données est le résultat de divers programmes de recherche; des mesures T-S, de la chlorophylle et des éléments nutritifs sont prises présentement sur une base hebdomadaire à partir d'un petit bateau;
- *Contaminants dans la morue et le homard* : La section chimie possède une collection importante de données sur les contaminants présents dans les foies et les muscles de morue des stocks du sud du golfe du Saint-Laurent; les données, qui vont de 1976 à 1994, sont sporadiques sur les plans temporel et spatial; une série similaire (1980 à 1992) a été constituée pour le homard de la région de Belledune à partir de données recueillies sur une base annuelle;

- *Carottes benthiques* : Les relevés de contaminants d'un certain nombre de carottes benthiques provenant de divers sites (Saguenay, port de Halifax, etc.) ont été compilés et constituent une longue série chronologique;
- *ENVIRODAT* : EC a constitué une base de données exhaustive sur les concentrations de contaminants dans les cours d'eau;
- *Surveillance des moules* : EC, avec le concours du MPO, a monitoré les concentrations de contaminants dans des moules des eaux côtières; l'initiative offre une vaste couverture spatiale, mais les sites d'échantillonnage ont changé (e.g., intertidaux les premières années, subtidaux par la suite);
- *Données générales en archive* : Des observations hydrographiques ainsi que des données recueillies par mouillage d'instruments (courantomètres, enregistreurs de température, PCAD, marégraphes) sont conservées en archive; des outils sont disponibles pour l'extraction des données, leur analyse (création de séries chronologiques, de séries spatiales, etc.) et leur affichage; des données provenant de bouées dérivantes sont également archivées; les observations sur les éléments nutritifs (nitrates, nitrites, silicates, ammonium) et sur l'oxygène dissout sont aussi consignées dans une base de données qui offre une fonction d'extraction permettant de créer des distributions spatiales ou temporelles;
- *TSM par satellite* : Des données TSM satellite (résolution mensuelle de 18 x 18 km) ont été enregistrées de 1981 à 1995 et continuent de l'être depuis; nous disposons des rubans non traités des passages journaliers effectués de 1984 à aujourd'hui.

Programmes en cours (monitorage régulier)

- Les bases de données des variables chimiques, hydrographiques et celles provenant des mouillages sont maintenues et mises à jour sur une base régulière; la base de données climatologiques est également révisée régulièrement;
- Les missions d'évaluation de stocks de poissons de fond couvrent d'ordinaire une vaste région géographique et permettent parfois d'acquérir des données pendant les périodes où les observations en mer sont moins importantes; en conséquence, ces inventaires constituent une source extrêmement importante de données tant halieutiques qu'océanographiques;
- Le PMLTT, l'échantillonnage mensuel à Prince 5 ainsi que l'échantillonnage du niveau de la mer à Saint John (N.-B.), Yarmouth (N.-É.), Halifax (N.-É.), North Sydney (N.-É.), Charlottetown (Î.-P.-É.) et Escouminac (N.-B.) sont maintenus;
- À la suite du programme de monitorage du phytoplancton (1989-1991), un programme de monitorage à long terme a été mis sur pied pour Indian Point (Mahone Bay, N.-É.) et Sambro (N.-É.) ainsi que pour quatre sites du sud du Nouveau-Brunswick (baie Passamaquoddy); aucun site n'est échantillonné pour la partie sud du golfe du Saint-Laurent, mais on étudie la possibilité d'en établir au moins un; on recueille environ 26 fois par année des données sur la température, la salinité, l'oxygène dissout, le RDP, les éléments nutritifs, la chlorophylle, les MPS et le phytoplancton; des thermographes sont mouillés à ces stations et des traits de filet de plancton sont effectués; toutes les données sont conservées dans une base de données.

RÉGION LAURENTIENNE

Activités de monitoring en 1996-1997

- *Programme de monitoring à long terme des températures* : Programme initié dans le GSL par l'IOB en 1978 et transféré à l'IML en 1992; stations sur quais et bouées de chenaux, la plupart pendant la saison des eaux libres;
- *Monitoring aux stations fixes* : Depuis l'automne 1995; deux stations, une dans la Gyre d'Anticosti au nord-ouest du GSL et une autre dans le courant de Gaspé, font l'objet, toutes les deux semaines, de profilages de la température, de la salinité, de l'oxygène dissout, des éléments nutritifs, de la luminosité (disque de Secchi), de la fluorescence et de la chlorophylle;
- *Monitoring des algues toxiques* : Depuis 1989, onze stations de l'Estuaire et du GSL (rives du Québec) sont échantillonnées chaque semaine de mai à octobre; les mesures comprennent le dénombrement et l'identification du phytoplancton, la température et de la salinité de surface, la teneur en éléments nutritifs, la luminosité (disque de Secchi) et les données météorologiques; on procède également à des traits verticaux de filet à plancton, et une station mesure la chlorophylle (IML);
- *Sections standard d'automne* : Débuté en 1981 dans le cadre de la mission pour la prévision des glaces par l'IOB (G. Bugden), puis transféré à l'IML en 1995; les profils de température, salinité, oxygène dissout, éléments nutritifs et de chlorophylle sont effectués aux stations des sections de l'Estuaire, d'Anticosti, de Bonne Bay, des IDM-Cap Breton et du détroit de Cabot;
- *Échantillonnage du zooplancton* : Débuté en 1994 dans le cadre du programme d'évaluation du krill; trait de BIONESS dans l'Estuaire et le GSL;
- *Échantillonnage hivernal de sections standard* : Depuis 1996; l'évaluation des glaces s'effectue en mars par hélicoptère; l'échantillonnage consiste en des profils de température et de salinité aux stations des transects de l'Estuaire, d'Anticosti, de Bonne Bay, des IDM-Cap Breton et du détroit de Cabot, si les conditions de glace le permettent;
- *Archivage et distribution des données* : Depuis 1986, mais sur une base continue depuis 1994. Comprend normalisation du format des données, programmes d'acquisition des données communes, système de catalogage et d'archivage, répertoire des données historiques et contrôle de la qualité;
- *Évaluation du poisson de fond* : Initié en 1983, on a tout d'abord commencé par des profils de température puis on a ajouté des profils de CTP à partir de 1990; s'effectue chaque année au mois d'août et couvre le Golfe dans son ensemble;
- *Monitoring du courant de Gaspé* : Initié en 1995, un mouillage de courantomètre (remplacé à tous les six mois) est maintenu toute l'année; enregistrement des courants, de la température (chaîne), de la salinité et du niveau d'eau;
- *Bouées météorologiques dans le nord-ouest du GSL* : Depuis 1990, recueil des données météorologiques à toutes les heures, à partir d'avril jusqu'à novembre; projet conjoint avec le SEA et EC (Région Laurentienne).

Financé par le Plan d'action Saint-Laurent, Vision 2000

- *Enregistrements du niveau d'eau dans le détroit de Belle-Isle* : Depuis 1995, enregistrements pendant toute l'année des deux côtés du Détroit pour le monitoring du transport; initiative menée conjointement avec le SHC (Régions Laurentienne et des Maritimes); Enregistrement du niveau d'eau, de la température de surface et de la salinité;
- *Télédétection par satellite de la température à la surface de la mer* : Depuis mars 1994, station réceptrice de données satellite SeaWiFS et météorologiques NOAA en service à l'IML.

Financé par le Programme d'adaptation des pêches de l'Atlantique

- *Pêches indicatrices (sentinelles) dans le GSL* : Depuis 1995; recueil des profils de température, salinité et de profondeur (CTP) à toutes les stations du Golfe, en janvier et en février.

RÉGION DE TERRE-NEUVE

Activités de monitoring en 1996-1997 (financé par la base-A)

- *Programme de thermographes à long terme* : Des sites de mesure de la température côtière (25 en milieu marin et 25 en milieu riverain) sont échantillonnés dans la région de Terre-Neuve et du Labrador à des profondeurs variant de 1 à 30 m;
- *Station 27* : Depuis 1948, visite du site en utilisant des navires d'opportunité pour obtenir des profils verticaux de température et de salinité; en 1996-1997, un programme de monitoring en océanographie biologique a été mis sur pied;
- *Mouillages de courantomètres* : Archives de données sur les courants à divers sites côtiers et hauturiers remontant à 1970;
- *Profils de courant acoustique Doppler* : Proviennent de toutes les missions de recherche majeures; les données PCAD recueillies, filtrées et conservées en archive; collecte en cours depuis le début des années 1990;
- *Étude estivale standard* : Missions océanographiques de juillet le long des transects océanographiques standard, depuis le 47°N jusqu'au banc de Hamilton;
- *CTP obtenues sur des navires d'opportunité* : Dans toutes les missions de recherche majeures, des profils de température, salinité et profondeur sont récoltés à toutes les stations visitées; ces données sont ensuite traitées et archivées; toute cette information sert à l'évaluation de l'état de l'océan;
- *Archives AVHRR* : En moyenne, quatre images pleine résolution NOAA AVHRR (cinq canaux) sont mises en archive chaque jour depuis 1994.

Annexe IV. Liste des évaluations de stock de poisson et d'invertébrés en 1997-1998. (CPG : Centre des pêches du Golfe, Moncton; PNEGM : plateau néo-écossais, golfe du Maine).

Type d'étude	Région	Dates
CPG		
Chalut de fond	Sud du GSL	3-26 septembre
Hareng	Est de l'Î.-P.-É.	14 août–10 septembre
Pétoncle	Baie de Fundy	2-18 juin
Crabe des neiges	Baie des Chaleur	20-27 mai
Pétoncle	Baie des Chaleur	4-24 juin
Homard	N.-É. & N.-B.	26 juin–11 juillet
Crabe des neiges	Baie des Chaleur	14 juillet–1 août
Hareng	Est de l'Î.-P.-É.	18 août–21 septembre
Homard	N.-É. & N.-B.	22 septembre–3 octobre
Homard	N.-É. & N.-B.	14-28 octobre
Crabe des neiges	Vallée de Shédiac	3-11 novembre
PNEGM		
Poisson de fond	Plateau néo-écossais–GDM	juillet
Hareng	Baie de Fundy–GDM	novembre
Poisson de fond	Banc Georges	février–mars
Poisson de fond	Est du plateau néo-écossais	mars (interrompu)
Poisson de fond	Baie de Sydney	janvier
Laurentienne		
Poisson de fond, crevette	Nord du GSL	5 août–2 septembre
Hareng	Côte ouest de T.-N.	13-31 octobre (2 ans)
Maquereau	Sud du GSL	juin 1998 (2 ans)
Crabe des neiges	Estuaire du Saint-Laurent	28 juillet–11 août
Pétoncle	Îles-de-la-Madeleine	17 août–3 septembre
Homard	Îles-de-la-Madeleine	4-20 septembre
Terre-Neuve (régions de l'OPANO)		
Poisson de fond	3LNO	mai–juin
Poisson de fond	3Ps	avril
Poisson de fond	2J3KL	octobre–novembre–décembre
Poisson de fond	3NO	octobre–novembre–décembre
Espèces pélagiques (juvéniles)	2J3KLNO	août–septembre
Sébaste	3P, 4R	juillet–août
Capelan	3KL	mai
Hareng	Baies côtières de l'est	novembre
Hareng	Baies côtières du sud	janvier
Pétoncles	Grand Banc	avril–mai
Crevette	2J3KL	octobre–décembre
Crabe	Avalon	juin
Crabe	Baie de Bonavista	août
Crabe	Baie White	août–septembre
Crabe	Baie de la Conception	septembre–octobre

Annexe V. Processus de circulation générale des masses d'eau dans le nord-ouest de l'Atlantique.

ADVECTION

Le flux des eaux subpolaires vers l'équateur a une influence majeure sur l'ensemble des frontières marines de la région nord-est de l'Amérique. De l'eau douce relativement froide descend du nord jusqu'aux plateaux du Labrador et de Terre-Neuve, d'où elle gagne le golfe du Saint-Laurent, le plateau néo-écossais et le golfe du Maine. Loder et al. (1997) ont résumé les caractéristiques des principaux courants et du transport dans cette région. La Figure 3 montre d'ailleurs ces courants et les estimés du transport annuel moyen qui ont été calculés pour cette région. Ces estimés ont été établis d'après des valeurs publiées et des données d'observation, en utilisant une salinité $< 34,8$ comme critère de base pour l'eau provenant du plateau (Mertz et al., 1993). Les principales sources d'eau subpolaires pour le plateau du Labrador sont : (i) une ramification est-ouest du courant du Groenland, qui circule vers l'ouest et traverse le nord de la mer du Labrador; (ii) la majeure partie du courant de l'île de Baffin, qui descend vers le sud en empruntant l'ouest du détroit de Davis (à l'exception d'une faible ramification qui entre dans le détroit d'Hudson); et (iii) le flux de sortie du détroit d'Hudson. Ces courants se combinent pour former le courant du Labrador (Lazier et Wright, 1993), lequel circule principalement au-dessus de la rupture de pente et de la pente supérieure du plateau du Labrador, mais qui a également une petite ramification vers le plateau intérieur (e.g., Smith et al., 1937). Loder et al. (1997) estiment que le transport se chiffre à $7,5 \text{ Sv}$ ($1 \text{ Sv} = 1 \times 10^6 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$) pour la section du banc de Hamilton.

La majeure partie du courant du Labrador s'écoule vers le nord-est du plateau de Terre-Neuve et vers le sud, dans la région des Grands Bancs (Colbourne et al., 1996; Narayanan et al., 1996). On constate un faible flux d'entrée net à travers le détroit de Belle-Isle vers le golfe du Saint-Laurent (Petrie et al., 1988). Un transport moins connu se produit aussi vers l'est, au nord du Bonnet Flamand (Figure 3). À l'est du 47°N , au large de Terre-Neuve, le courant présente deux ramifications distinctes : la première de faible amplitude se dirige vers la côte et contourne la péninsule d'Avalon pour finalement atteindre le sud du plateau de Terre-Neuve; l'autre, de beaucoup plus grande amplitude, provient de la région de la rupture de pente et du plateau, et s'écoule au sud à travers Flemish Pass pour atteindre la queue des Grands Bancs (e.g., Petrie et Anderson, 1983). Une certaine portion de cette dernière ramification circule autour de la région de la queue des Grands Bancs et le long de la rupture de pente du plateau de Terre-Neuve, tandis qu'une autre portion gagne le large, vers le bassin central. Toutefois, l'ampleur et la variabilité temporelle des ramifications qui s'écoulent vers l'ouest, le long de la rupture de pente et vers le bassin du large sont encore mal connues.

Environ $0,5 \text{ Sv}$ d'eaux provenant du sud du plateau de Terre-Neuve pénètre dans le golfe du Saint-Laurent du côté est du détroit de Cabot. Combinée au flux d'entrée du détroit de Belle-Isle et au ruissellement d'eau douce provenant du bassin hydrographique du Saint-Laurent, ce courant contribue à établir une circulation cyclonique à grande échelle dans le Golfe. Le flux de sortie se retrouve alors du côté ouest du détroit de Cabot (Koutitonsky et Bugden, 1991). Ce régime de circulation englobe le courant de Gaspé, dans le nord-ouest du Golfe (e.g., Benoit et al., 1985), qui amène l'eau de faible salinité de l'Estuaire dans la partie centrale du Golfe et, par la suite dans les zones hauturières du plateau continental.

Ainsi, le plateau néo-écossais possède deux sources d'eau subpolaires partiellement reliées : i) le flux de sortie du détroit de Cabot, qui bifurque pour approvisionner le courant néo-écossais sur la partie côtière du plateau, la zone de rupture de pente du côté ouest du chenal Laurentien et la partie hauturière du plateau néo-écossais et ii) l'écoulement direct du courant du Labrador, qui traverse le chenal Laurentien depuis le sud du plateau de Terre-Neuve, principalement sur la partie extérieure du plateau (Figure 3). En conséquence, l'écoulement est généralement orienté vers la partie équatoriale du plateau néo-écossais (e.g., Smith et Schwing, 1991; Loder et al., 1996), mais avec certains méandres des deux ramifications englobant tout le plateau et avec une importante réduction du transport net (<1 Sv), comparativement à ce que l'on constate sur les plateaux du Labrador et de Terre-Neuve (3-8 Sv).

On observe également d'autres réductions du transport net lorsque les eaux de la pente et du plateau néo-écossais pénètrent dans le golfe du Maine, une fois de plus avec des ramifications vers la côte et vers le large (chenal du Nord-Est), et par la suite se déplacent vers le milieu de l'atlantique. Dans le golfe du Maine, la circulation est fortement tributaire de la topographie, avec des courants cycloniques autour des bassins intérieurs du Golfe et des courants anticycloniques autour des bancs extérieurs (e.g., Brooks, 1985; Naimie et al., 1994).

ÉCHANGE

Même si le transport vers l'équateur est la caractéristique dominante de la circulation dans le nord-ouest de l'Atlantique, on constate également un important transport transversal sur le plateau. Le phénomène d'échange le plus importante entre le plateau et l'océan est l'écoulement, vers la côte, en profondeur, des eaux plus denses de la pente qui utilisent plusieurs chenaux transversaux importants. Les plus connus sont le chenal Laurentien, le golfe néo-écossais et le chenal du Nord-Est, qui alimentent le plateau néo-écossais et les régions adjacentes en eaux profondes de la pente continentale riches en éléments nutritifs (e.g., Bugden, 1991; Loder et al., 1996; Ramp et al., 1986).

VARIATION ANNUELLE

La circulation décrite précédemment persiste généralement toute l'année, mais on constate un cycle annuel dans l'amplitude du transport dans la plupart des régions qui est associé avec la variation annuelle des propriétés des masses d'eau. Pour ce qui est du courant longeant le plateau, les variations annuelles du transport présentent un écart d'environ 4 Sv pour le courant du Labrador traditionnel (Lazier et Wright, 1993), de 0,5 Sv pour le flux de sortie du détroit de Cabot (El Sabh, 1977), de 0,6 Sv pour le courant néo-écossais (Anderson et Smith, 1989) et de 0,4 Sv pour le flux d'entrée du plateau néo-écossais, vers le golfe du Maine (Smith, 1983). La variation annuelle du flux d'entrée de l'eau de pente en profondeur est beaucoup moins connue. Toutefois, au moins pour le chenal du Nord-Est (Ramp et al., 1986), on sait qu'un maximum estival est associée au cycle annuel de densité de l'eau du plateau.

VARIABILITÉ INTERANNUELLE ET DÉCENNALE

L'information quantitative sur la variabilité interannuelle du transport est plus limitée, mais on possède des indications claires à l'effet que cette variabilité est importante. Petrie et Drinkwater (1993) ont rapporté des variations décennales du transport géostrophique sur le plateau de Terre-Neuve, lesquelles amènent d'importants changements dans les propriétés hydrographiques des eaux de la pente qui pénètrent sur le plateau néo-écossais. Smith (1989) et Mountain (1991) ont

constaté que les variations interannuelles du transport dans le golfe du Maine avaient une influence sur les conditions hydrographiques en aval de Middle Atlantic Bight.

STRUCTURE DE SALINITÉ ET DE TEMPÉRATURE

La forte influence de l'advection le long du plateau est apparente dans la répartition spatiale à grande échelle de la salinité et de la température. La salinité de surface (Figures 4a et 4b) présente un gradient transversale persistant sur le plateau caractérisé par les valeurs qui augmentent vers le large et par des variations longitudinales le long du plateau témoignant de sources d'eaux douces localisées, particulièrement à l'extrémité nord de plateau du Labrador et dans le golfe du Saint-Laurent. En moyenne, un écart de salinité de 1 à 2 caractérise le gradient transversal sur le plateau, avec des minimums estivaux en plusieurs endroits suivant l'augmentation printanière de l'écoulement des eaux côtières et la fonte des glaces de mer. L'écart et la phase du cycle annuel varient en fonction de l'éloignement aval des sources majeures (e.g., Sutcliffe et al., 1976; Petrie et al., 1991).

La température de surface (Figures 4c et 4d) révèle l'influence de l'advection, mais on constate également une forte variation annuelle associée aux interactions air-mer locales (e.g., Umoh et Thompson, 1994). En hiver, le patron de répartition de la température à grande échelle ressemble à celui de la salinité, avec des valeurs variant de près 0 °C dans les régions du nord jusqu'à 6 °C au-dessus du Banc Georges. Les valeurs estivales sont généralement de 5 à 20 °C plus élevées et l'influence de l'advection est apparente dans les régions du nord tandis que d'autres facteurs ont une plus grande influence ailleurs comme par exemple le mélange de chaleur des eaux de surface dans le golfe du Maine qui est attribuable aux marées (Garrett et al., 1978). L'advection est particulièrement forte sur les plateaux extérieurs du Labrador et de Terre-Neuve, ce qui reflète bien les propriétés du courant du Labrador et le gradient transversal caractérisant ces masses d'eau. Toutefois, la répartition géographique à grande échelle indique généralement un flux orienté vers l'équateur.

La structure verticale de la température et de la salinité est illustrée par les répartitions hivernales et estivales le long de certaines sections (Figure 5) : la section Bonavista, qui traverse la zone relativement profonde du nord-est du plateau de Terre-Neuve, la section de Halifax, qui traverse le plateau néo-écossais dont la topographie est très variable, et la section du Cap de Sable, qui traverse le Banc Georges, caractérisé par de fortes marées. La salinité annuelle s'accroît avec la profondeur dans la région, avec les eaux relativement plus douces du plateau recouvrant les eaux plus salées de la pente dans les régions plus profondes. La température hivernale présente une structure similaire avec une masse d'eau de surface (sur le plateau) relativement plus froide recouvrant des eaux plus chaudes en profondeur. Par contre, du printemps à l'automne, le réchauffement crée une mince couche d'eau plus chaude en surface qui recouvre une couche intermédiaire froide qui se maintient à mi-profondeur au dessus des eaux plus chaudes de la pente. Cette structure de base est modifiée aux endroits où la profondeur est plus faible et où les marées ont un effet marqué sur le mélange vertical des eaux. Dans les régions peu profondes (e.g., le plateau côtier et le Grand Banc), l'eau de pente a généralement peu d'influence et le profil de la température varie d'ordinaire d'une structure bien mélangée en hiver à une structure stratifiée en été. Toutefois, dans les régions peu profondes caractérisées par de forts courants de marée (e.g., Banc Georges, Banc Browns), les conditions hydrographiques sont uniformes sur toute la colonne d'eau à longueur d'année.

SOURCES D'EAU DOUCE

En ordre décroissant d'importance, les trois principales sources d'eau douce pour le nord-est du plateau nord-américain (voir Loder et al., 1997) sont : (i) le transport océanique d'eau subpolaire relativement douce sur le plateau nord du Labrador; (ii) le ruissellement continental qui est plus important pour le réseau hydrographique du Saint-Laurent, mais qui est également significatif pour le plateau du Labrador et pour la région du Middle Atlantic Bight; et (iii) la fonte des glaces en mer, qui est d'importance locale (quoique secondaire) sur le plateau du Labrador et sur plateau nord-est de Terre-Neuve, ainsi dans le golfe du Saint-Laurent (Figure 6). Les observations indiquent que la principale source d'eau subpolaire à faible salinité est le courant de l'île de Baffin qui sort de la baie de Baffin. Le transport d'eau douce diminue généralement vers l'aval, malgré l'influence manifeste des débits du Saint-Laurent sur la répartition de la salinité (Figure 4). La portée spatiale limitée de l'influence de la fonte des glaces de mer est indiquée par le maximum saisonnier médian de l'extension du couvert de glace à la Figure 6. Ces sources d'eau douce, ainsi que les eaux du large à forte salinité, la circulation générale et les processus de mélange sont les principaux facteurs qui déterminent la répartition spatiale de la salinité (les flux d'humidité nette à la surface de la mer sont relativement faibles).

APPORT DE CHALEUR

À l'opposé, la principale source (et trappe) de chaleur pour les eaux du plateau est la variation saisonnière des flux de chaleur à l'interface air-mer. Le réchauffement estival en surface est tributaire du rayonnement solaire qui, en général, varie fortement en fonction de la latitude. Par contre, le refroidissement hivernal est dominé par des pertes de chaleur latentes et sensibles (e.g., Umoh et Thompson, 1994; Umoh et al., 1995). On constate un apport calorique annuel moyen net dans la majeure partie de la région du plateau qui doit être compensé par l'advection d'eau froide (Isemer et Hasse 1987; Battisti et al., 1995). Finalement, l'utilisation globale de la salinité et de la température comme indices pour caractériser l'étendue spatiale des eaux du plateau, particulièrement pour les distinguer des eaux de la région de la rupture de pente du plateau dans les régions au sud, est supportée par l'observation de la position moyenne du front séparant les eaux du plateau de celles de la pente. Ce front est détectable par les données d'imagerie thermique satellite (Figure 6) qui corroborent la position en surface de l'isohaline 34.

AUTRES MÉCANISMES DE FORÇAGE

Deux autres mécanismes de forçage, soit l'entraînement dû au vent et le Gulf Stream, peuvent aussi fortement influencer la circulation et les échanges régionaux. Le profil moyen et à grande échelle du régime des vents ainsi que sa variation saisonnière sur l'océan Atlantique nord sont deux facteurs importants qui influencent directement la circulation dans cette région, particulièrement dans les parages de Terre-Neuve et du Labrador. La variabilité du forçage météorologique à grande échelle est souvent représentée par l'index de l'oscillation nord atlantique (ONA), qui correspond à la différence de pression barométrique au niveau de la mer entre l'Islande (dépression d'Islande) et les Açores (haute pression des Açores). Des vents plus forts provenant du nord-ouest (index ONA fortement positif) peuvent accroître l'advection vers le sud de l'eau subpolaire. L'influence du Gulf Stream sur les régions du sud du plateau est généralement indirecte et fait généralement sentir son effet à travers les masses d'eau de la pente continentale et la formation d'anneaux transitoires. Ceci est attribuable au fait que le Gulf Stream (Figure 6) se retrouve à plusieurs centaines de kilomètres du plateau (sauf dans le sud du Middle Atlantic Bight).

RÉSUMÉ DE LA DESCRIPTION À GRANDE ÉCHELLE

Les estimés quantitatifs du volume et du transport d'eau douce présentés plus haut (Figures 3 et 6) supportent le modèle conceptuel selon lequel la partie nord-est plateau nord-américain est dominée par un système de courant continu, quoique semi-captif, qui provient des latitudes nordiques et qui s'écoule vers le sud à travers toute la région. Le transport net observé dans six sections quasi équidistantes est résumé au Tableau 1. D'importantes diminution de volume du transport se produisent entre la section de l'est de Terre-Neuve (47°N) et celle d'Halifax, avec des diminutions moindres ailleurs. La plupart de ces diminutions sont attribuables à des flux hors du plateau, notamment celle de la ramification du courant du Labrador qui passe près du Bonnet Flamand et de la queue du Banc de Terre-Neuve pour gagner les régions hauturières de l'océan (Figure 3). Ces diminutions du transport se produisent malgré les intrusions connues d'eau de pente sur le plateau par les chenaux profonds (e.g., Ramp et al., 1986; Petrie et Drinkwater, 1993), lesquelles représentent un volume de transport relativement faible. Ces intrusions constituent cependant des sources importantes d'éléments nutritifs et d'eau salée. On constate également une diminution du transport causée par le flux d'entrée entre les sections du banc de Hamilton et du 47°N, qui est estimée à 0,22 Sv, vers le golfe du Saint-Laurent.

Tableau 1. Volumes annuels moyens et transport d'eau douce.

Section	Transport (volume) (Sv)	Transport d'eau douce (10 ⁻³ Sv)
Cape Chidley	7,6	210
Banc de Hamilton	7,5	190
47°N	6,2	150
Queue du Banc de Terre-Neuve	3,6	66
Halifax	0,6	49
Nantucket Shoals	0,38	13

Le transport d'eau douce présente également une décroissance généralisée plus en aval, ce qui supporte la thèse selon laquelle on serait en présence d'un système de courants semi-captif. Toutefois, les détails de la variation de cette diminution constatée le long du plateau révèlent une différence par rapport aux volumes transportés, ce qui apparemment serait le résultat de l'importance accrue du ruissellement côtier (e.g., golfe du Saint-Laurent) et de l'intrusion d'eau de pente (e.g., golfe du Maine) dans les budgets d'eau douce.

RÉFÉRENCES

- Anderson, C. et P.C. Smith. 1989. Oceanographic observations on the Scotian Shelf during CASP. *Atmos.-Ocean*, 27: 130-156.
- Battisti, D.S., U.S. Bhatt et M.A. Alexander. 1995. A modeling study of the interannual variability in the wintertime North Atlantic Ocean. *J. Climate*, 8: 3067-3083.
- Benoit, J., M. El Sabh et C. Tang. 1985. Structure and seasonal characteristics of the Gaspé Current. *J. Geophys. Res.* 90: 3225-3236.
- Brooks, D.A. 1985. Vernal circulation in the Gulf of Maine. *J. Geophys. Res.* 90, 4687-4705.

- Bugden, G.L. 1991. Changes in the temperature-salinity characteristics of the deeper waters of the Gulf of St. Lawrence over the past several decades. *In* The Gulf of St. Lawrence: Small Ocean or Big Estuary? J.-C. Therriault (ed). Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. 113, pp. 139-147.
- Colbourne, E., B. deYoung, S. Narayanan et J. Helbig. 1997. Mean hydrography and circulation on the Newfoundland Shelf. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 54 (Suppl. 1): 68-80.
- El Sabh, M.I. 1977. Oceanographic features, currents and transport in Cabot Strait. J. Fish. Res. Board Can. 34: 516-528.
- Garrett, C.J.R., J.R. Keeley et D.A. Greenberg. 1978. Tidal mixing versus thermal stratification in the Bay of Fundy and Gulf of Maine. Atmos.-Ocean, 16: 403-423.
- Isemer, H.-J. et L. Hasse. 1987. The Bunker Climate Atlas of the North Atlantic Ocean. Vol. 2: Air-Sea Interactions. Springer-Verlag, New York, 252 pp.
- Koutitonsky, V.G. et G.L. Bugden. 1991. The physical oceanography of the Gulf of St. Lawrence: a review with emphasis on the synoptic variability of the motion. *In* The Gulf of St. Lawrence: Small Ocean or Big Estuary? J.-C. Therriault (ed.) Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. 113, pp. 57-90.
- Lazier, J.R.N. et D.G. Wright. 1993. Annual variations in the Labrador Current. J. Phys. Oceanogr. 23: 659-678.
- Loder, J.W., G. Han, C.G. Hannah, D.A. Greenberg et P.C. Smith. 1996. Hydrography and baroclinic circulation in the Scotian Shelf region: winter vs. summer. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 55(Suppl. 1): 40-56.
- Loder, J.W., B. Petrie et G. Gewarkiewicz. 1997. The coastal ocean off northeastern North America: a large-scale view. *In*: A.R. Robinson et K.H. Brink (eds). The Global Coastal Ocean: Regional Studies and Synthesis, Chapter 5. The Sea, Vol. 11, John Wiley and Sons, Inc., New York (sous press).
- Mertz, G., S. Narayanan et J. Helbig. 1993. The freshwater transport of the Labrador Current. Atmos.-Ocean, 31: 281-295.
- Mountain, D.G. 1991. The volume of Shelf Water in the Middle Atlantic Bight: seasonal and interannual variability, 1977-1987. Cont. Shelf Res. 11: 251-267.
- Naimie, C.E., J.W. Loder et D.R. Lynch. 1994. Seasonal variation of the 3-D residual circulation on Georges Bank. J. Geophys. Res. 99:15967-15989.
- Narayanan, S., S. Prinsenberg et P.C. Smith. 1996. Current meter observations from the Labrador and Newfoundland Shelves and comparisons with barotropic model predictions and IIP surface currents. Atmos.-Ocean, 34: 227-256.
- Petrie, B.D. et C. Anderson. 1983. Circulation on the Newfoundland continental shelf. Atmos.-Ocean, 21: 207-226.
- Petrie, B.D. et K. Drinkwater. 1993. Temperature and salinity variability on the Scotian Shelf and in the Gulf of Maine 1945-1990. J. Geophys. Res. 98: 20079-20089.
- Petrie, B.D., B. Toulany et C. Garrett. 1988. The transport of water, heat and salt through the Strait of Belle Isle. Atmos.-Ocean, 26: 234-251.
- Petrie B., J. W. Loder, S. Akenhead et J. Lazier. 1991. Temperature and salinity variability on the eastern Newfoundland Shelf: the annual harmonic. Atmos.-Ocean, 29: 14-36.
- Ramp, S.R., R.J. Schlitz et W.R. Wright. 1986. The deep flow through the Northeast Channel, Gulf of Maine. J. Phys. Oceanogr. 15: 1790-1808.
- Smith, E.H., F.M. Soule et O. Mosby. 1937. The Marion and General Greene expeditions to Davis Strait and Labrador Sea. Bull. U.S. Coast Guard, No. 19, 259 pp.

- Smith, P.C. 1983. The mean and seasonal circulation of southwest Nova Scotia. *J. Phys. Oceanogr.* 13: 1034-1054.
- Smith, P.C. 1989. Seasonal and interannual variability off southwest Nova Scotia. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 46(Suppl. 1): 4-20.
- Smith, P.C. et F.B. Schwing. 1991. Mean circulation and variability on the eastern Canadian continental shelf. *Cont. Shelf Res.* 11: 977-1012.
- Sutcliffe W.H., R.H. Loucks et K.F. Drinkwater. 1976. Coastal circulation and physical oceanography of the Scotian Shelf and Gulf of Maine. *J. Fish. Res. Board Can.* 33: 98-115.
- Umoh, J.U. et K.R. Thompson. 1994. Surface heat flux, horizontal advection and the seasonal evolution of water temperature on the Scotian Shelf. *J. Geophys. Res.* 99: 20403-20416.
- Umoh, J.U., J.W. Loder et B. Petrie. 1995. The role of air-sea heat fluxes in annual and interannual ocean temperature variability on the eastern Newfoundland Shelf. *Atmos.-Ocean*, 33: 531-568.

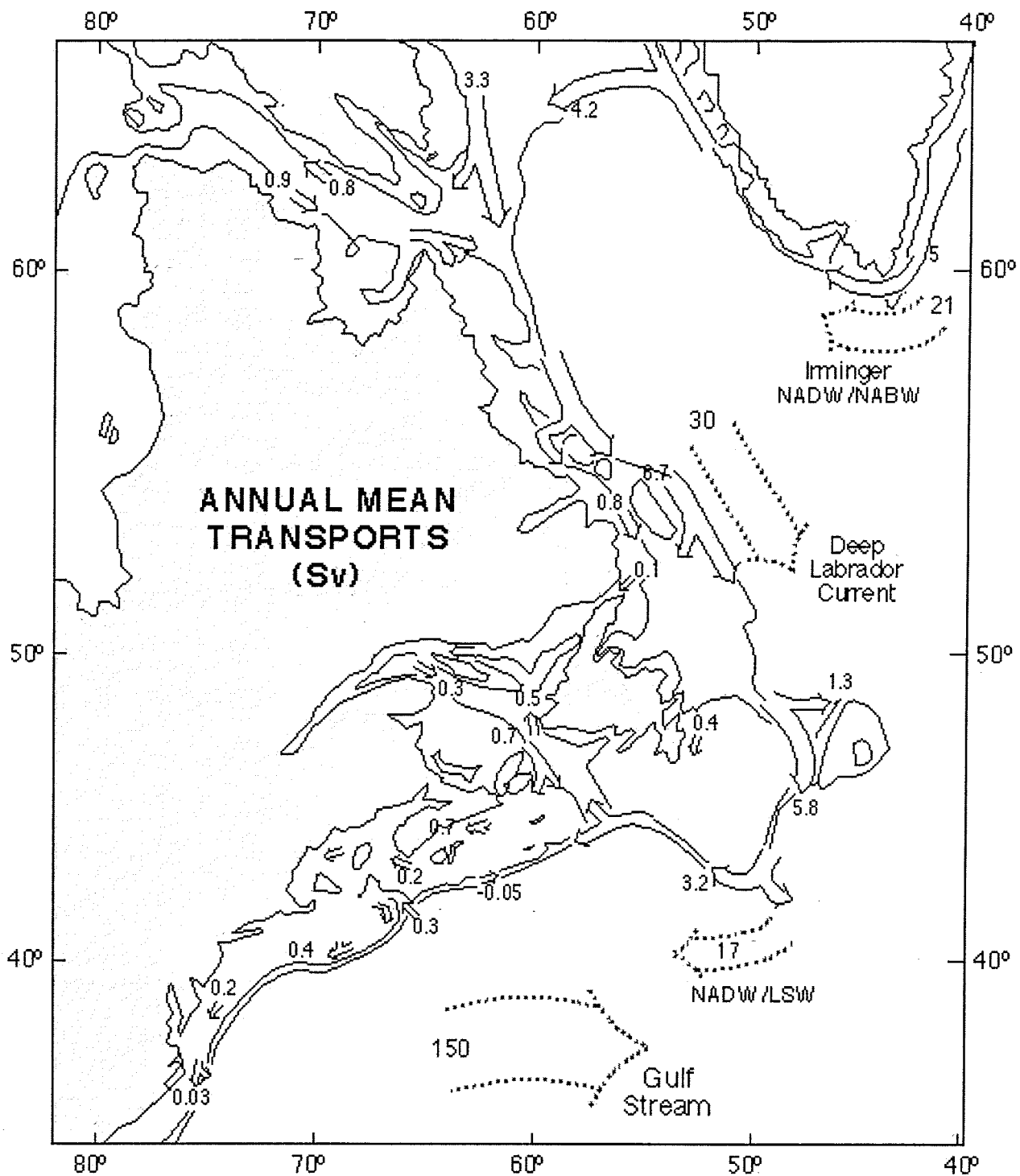


Figure 3. Représentation schématique des principales caractéristiques du transport le long de la côte nord-est de l'Amérique du Nord. Les flèches en trait plein représentent les courants côtiers et continentaux et les nombres indiquent le transport annuel moyen en Sverdrups (Sv) qui a été estimé à partir du Tableau 1. Les flèches en trait discontinus représentent le transport dans les parties adjacentes profondes de l'Atlantique Nord. NAD(B)W= «North Atlantic Deep (Bottom) Water»; LSW = «Labrador Sea Water». Les isobathes de 200 et 1000 mètres sont également indiqués sur cette figure tirée de Loder et al. (1997).

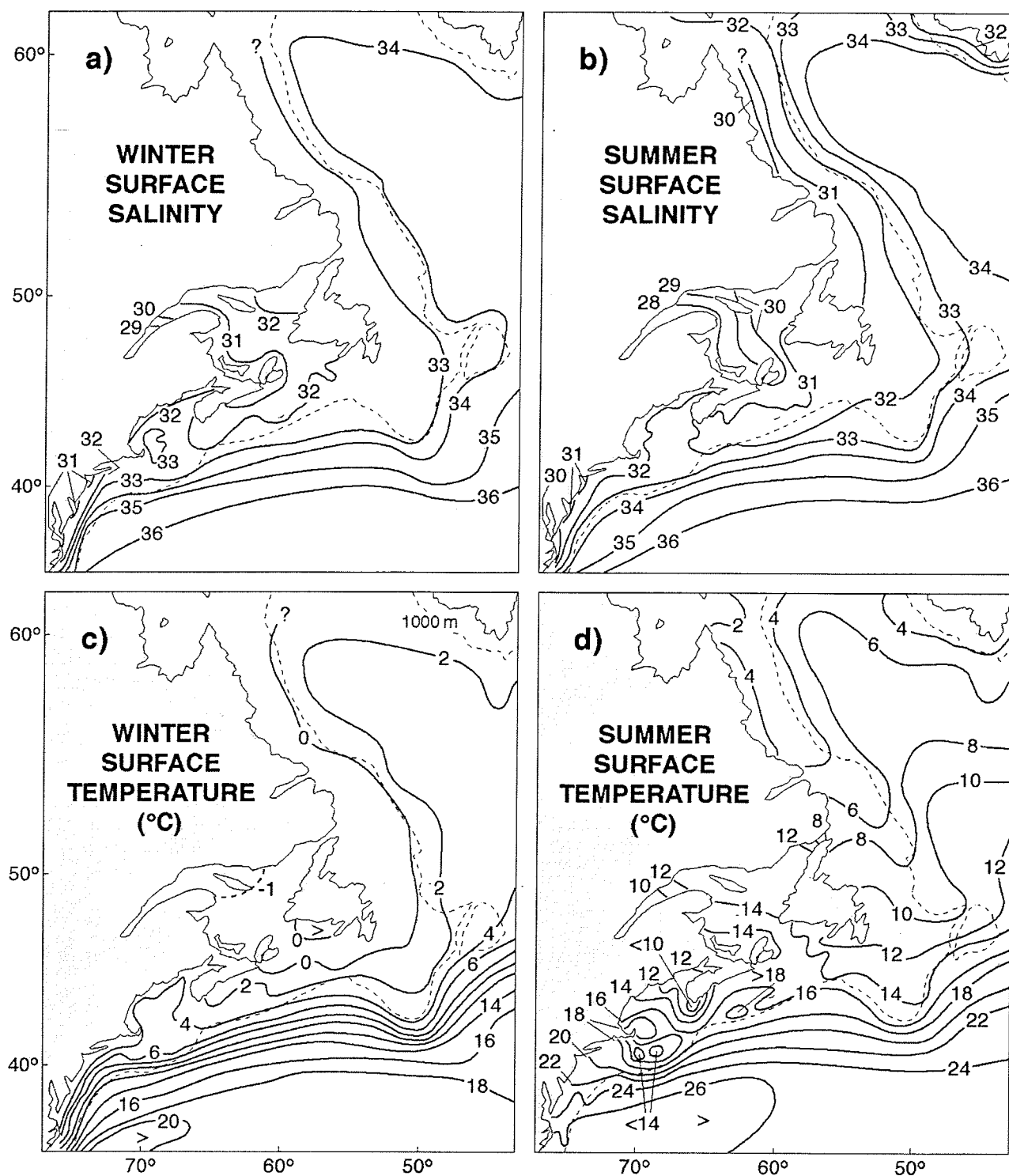


Figure 4. Répartition climatologiques des surfaces moyennes de (a) la salinité en hiver (1^{er} février), (b) la salinité en été (1^{er} août), (c) la température en hiver, et (d) la température en été au large des côtes nord-est de l'Amérique du Nord. Ces distributions moyennes ont été calculées à partir des résumés publiés ainsi que des bases de données historiques. Cette figure est tirée de Loder et al. (1997).

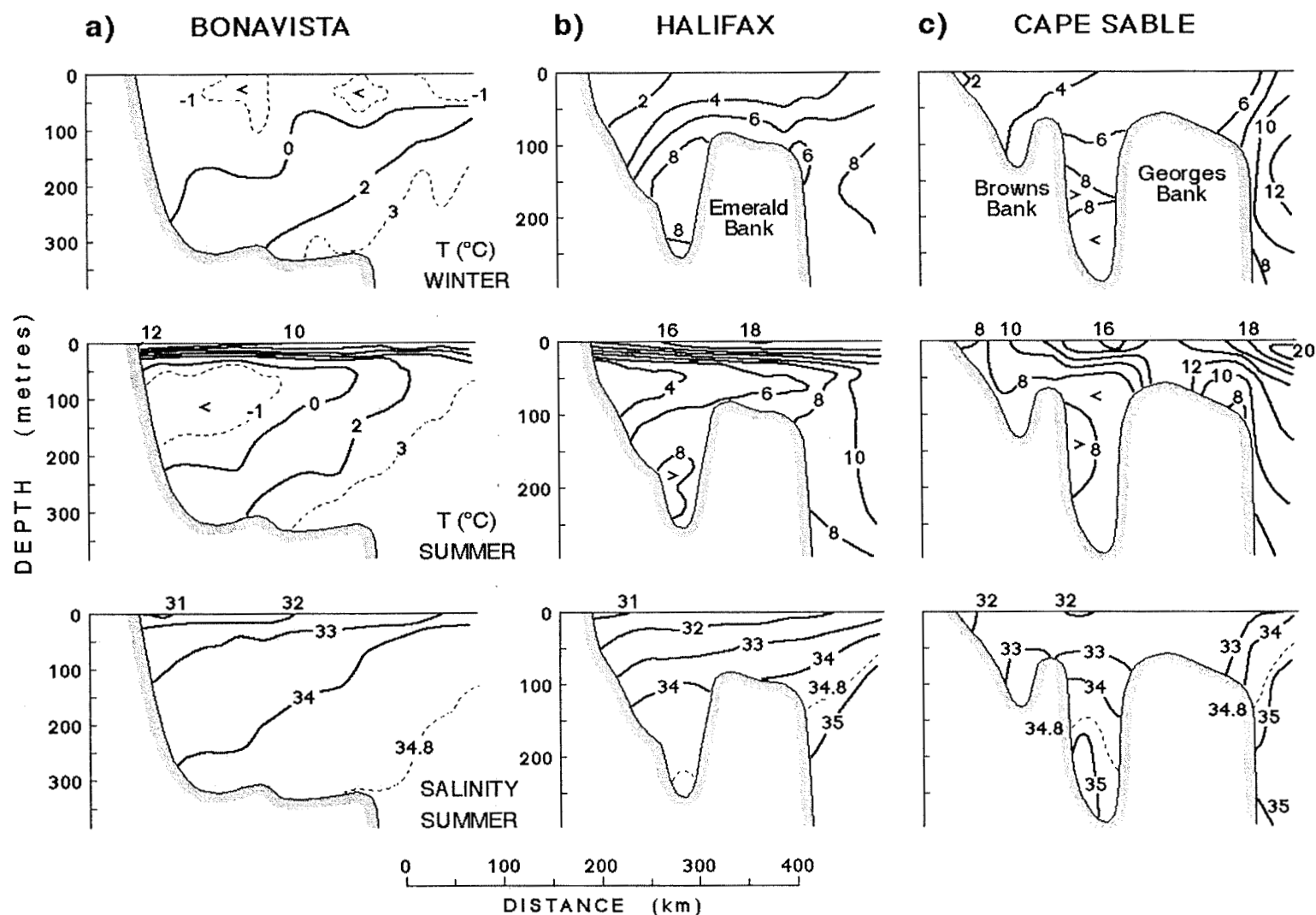


Figure 5. Répartition climatologiques moyennes de la température en hiver (haut) et en été (milieu) ainsi que de la salinité en été (bas) pour les sections représentatives de (a) Bonavista, (b) Halifax et (c) Cap de Sable. Ces distributions établies à partir de données historiques selon Loder et al. (1996). À noter la différence dans l'échelle verticale de la figure (a). Tirées de Loder et al. (1997).

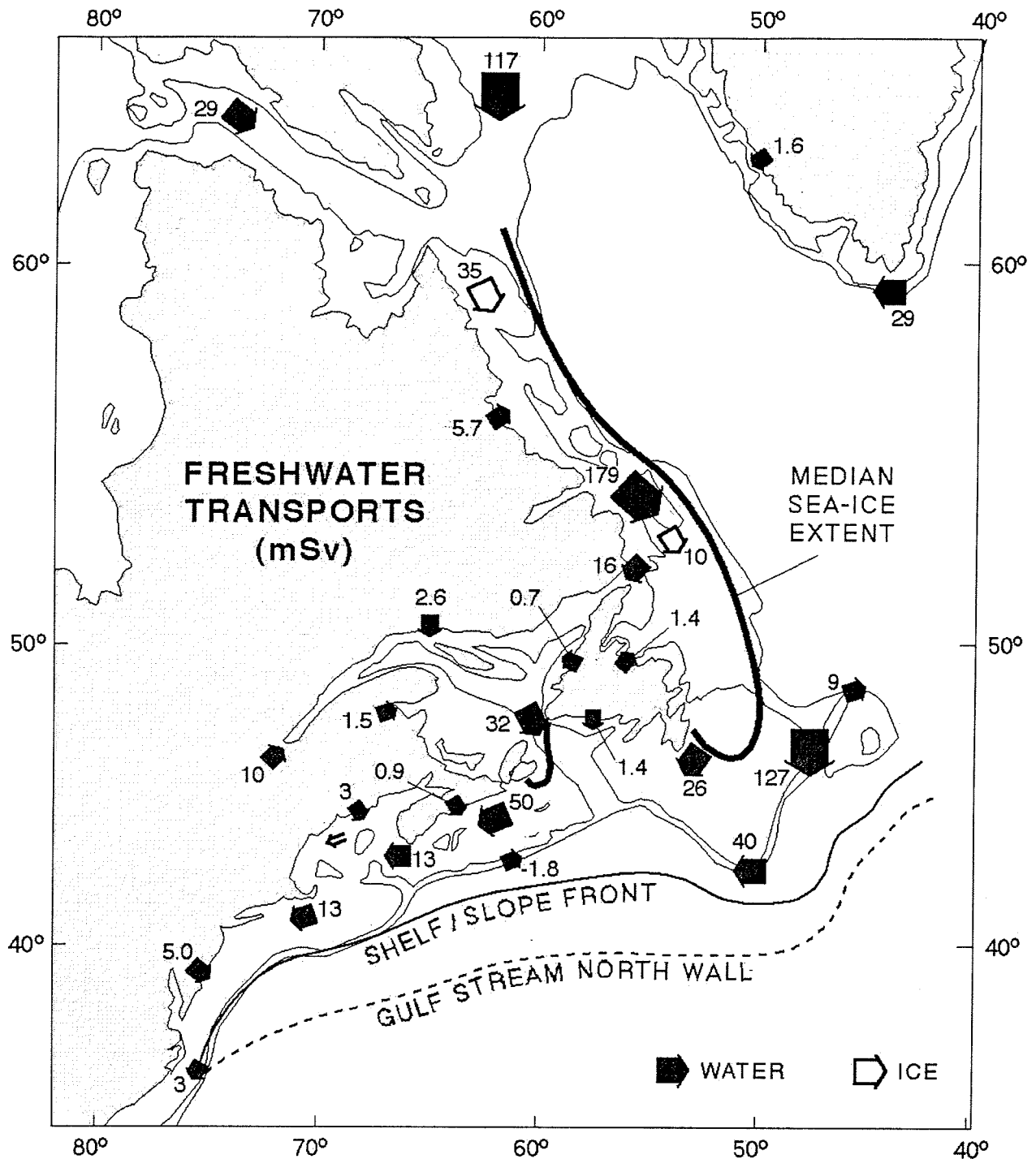


Figure 6. Aperçu sommaire de la répartition du transport d'eau douce (nombres en milli-Sverdrups) le long de la côte nord-est de l'Amérique du Nord qui est associée au ruissellement continental et aux courants marins (flèches pleines), ainsi que de la distribution de la dérive des glaces en mer (flèches ouvertes). Les localisations des moyennes climatologiques du front séparant les eaux du plateau continental de celles de la pente continentale ainsi que de la marge du Gulf Stream sont également illustrés sur cette figure provenant de Loder et al. (1997), tout comme la position moyenne du maximum saisonnier dans l'étendue des glaces marines.

Annexe VI. Analyse de la distribution de fréquence de la variabilité spatiale et temporelle sur le plateau néo-écossais.

EXEMPLE DU PLATEAU NÉO-ÉCOSSAIS

La température et la salinité des eaux du plateau néo-écossais varient selon une vaste gamme d'échelles temporelles et spatiales. Le Tableau 2 donne un bref résumé de la variabilité des températures pour différentes échelles temporelles. Ce tableau indique également où l'on peut généralement retrouver ces échelles de variabilité. La plus importante variabilité à l'échelle décennale est observée dans les eaux profondes du plateau néo-écossais central. Le cycle annuel de température est généralement le plus fort dans la partie est du plateau. L'amplitude du cycle annuel diminue avec la profondeur de sorte qu'à 75-100 m, elle est d'environ 1 °C. Toutefois, dans la baie de Fundy et sur le plateau ouest, les amplitudes ne s'accroissent pas aussi rapidement avec la profondeur en raison d'un important mélange vertical. La salinité varie généralement comme la température, c'est-à-dire que les cycles annuels les plus importants se retrouvent près des sources d'eau douce, notamment dans le détroit de Cabot et dans la baie de Fundy, près de la rivière Saint-Jean.

Tableau 2. Échelles de variabilité de la température sur le plateau néo-écossais.

Échelle temporelle	Gamme de variabilité (°C)	Régions montrant le plus de variabilité à certaines échelles spécifiques
Décennale	2-5	Région est du plateau central
Interannuelle	3-5	Un peu partout
Annuelle (surface)	4,7-9,1	Plateau ouest / Baie de Fundy-plateau est
Jour-mois	1-3	Un peu partout

Les échelles spatiales et temporelles dominantes de la variabilité océanique pour la température et la salinité ont été estimées en utilisant les données disponibles de mouillage sur le plateau néo-écossais (Petrie et Dean-Moore, 1996). Ces données de mouillages provenaient du plateau interne, des bancs externes (ouest et Browns) et la région externe du plateau et de la pente. Les échelles représentent la distance ou le temps requis pour que le coefficient de corrélation au carré (r^2) tombe à 0,5 (c'est-à-dire la distance ou le temps requis pour qu'on puisse décrire 50 % de la variabilité d'une autre série de données). Les valeurs du Tableau 3 représentent des échelles minimales établies pour la température. Ces échelles varient généralement en fonction de la profondeur et de la saison et sont d'ordinaire de moindre envergure pour la salinité.

Tableau 3. Échelles spatio-temporelles de la variabilité pour le plateau néo-écossais.

Région	Échelle verticale	Échelle longitudinale à la bathymétrie	Échelle transversale à la bathymétrie	Échelle temporelle
Bancs	13 m	17 km	17 km	56 h
Plateau intérieur	43 m	59 km	63 km	52 h
Pente du plateau	42 m	20 km	5 km	19 h

Ces résultats indiquent que la détermination empirique de la température de l'eau sur le plateau néo-écossais avec une précision de 50 % de variabilité nécessiterait un réseau de mouillages très dense. Pour un banc type, par exemple, il serait nécessaire d'obtenir des points d'échantillonnage qui seraient localisés horizontalement à moins de 13 km l'un de l'autre et verticalement à moins de 10 m, et cela avec des enregistrements à toutes les 44 heures si la réduction du coefficient de corrélation au carré est répartie également pour toutes les variables. Sinon, la variabilité de haute fréquence (périodes inférieures à 30 jours) pourrait induire, selon la région et la saison, des erreurs typiques de 1 à 3 °C (ce qui représente l'ampleur de la variabilité de haute fréquence sur le plateau néo-écossais). L'implantation d'un tel réseau d'instruments pour l'ensemble de la région du plateau Atlantique canadien n'est pas possible sur le plan logistique ou économique. Si une telle précision est requise pour nos études climatiques, on devrait alors se concentrer sur des régions spécifiques beaucoup plus restreintes comme cela a été le cas dans le passé (e.g., le programme PEP sur le banc Browns, les programmes OPEN sur le banc ouest). Nous anticipons que des conclusions semblables devraient être obtenues pour les autres régions de l'Atlantique, même si l'on peut s'attendre à ce que les échelles de variabilité soient plus petites dans le sud du golfe du Saint-Laurent (donc requérant plus d'instruments) ou encore plus grandes sur le plateau de Terre-Neuve. Ces considérations rendent très difficile la résolution empirique de la variabilité de haute fréquence pour la température et pour d'autres variables semblables sur de vastes zones océaniques.

Par contre, le cycle annuel de la température et de la salinité présente des amplitudes importantes dans à peu près toute la région. L'amplitude de la température (salinité) à la surface varie de 10 à 7 °C (la salinité de 1,7 à 0,15) depuis le sud jusqu'à l'ouest du plateau néo-écossais. Du Cap de Sable à la baie de Fundy, le mélange vertical réduit l'amplitude de surface de 7 à 4,7 °C (la salinité de 0,05 à 0,45). Ces amplitudes annuelles décroissent généralement avec l'augmentation de la profondeur, ce qui les rend à peine perceptibles à environ 100 m. L'exception est la majeure partie de la zone allant du Cap de Sable à la baie de Fundy, où le mélange vertical uniformise le cycle annuel sur presque toute la profondeur de la colonne d'eau. Avec une telle amplitude de variations dans toute la région, il est possible de décrire le cycle annuel de la température et de la salinité avec un échantillonnage limité à quelques sections. Un programme de monitoring saisonnier général, complété par des observations provenant d'autres projets océanographiques, pourrait donc fournir les données empiriques requises pour caractériser le cycle annuel de ces variables physiques.

La situation est similaire pour le cycle annuel de la température des eaux des plateaux de Terre-Neuve et du Labrador, où les amplitudes de surface varient de 3,2 (Labrador) à 7,7 °C (sud-ouest du Grand Banc et pente du plateau). Dans le golfe du Saint-Laurent, l'amplitude des variations annuelles de la température de surface passent de 4,75 °C dans l'Estuaire à 9,96 °C dans le détroit de Northumberland (Petrie, 1990; Petrie et al., 1991). Sur les plateaux du Labrador et de Terre-Neuve, la salinité présente une amplitude de variation annuelle allant de 0,2 à 1,1, avec les valeurs les plus élevées étant enregistrées dans les régions les plus nordiques. Dans le golfe, l'amplitude des variations annuelles de la salinité varie de 0,4 dans le détroit de Cabot à 2,2 dans l'estuaire du Saint-Laurent.

En plus des variations annuelles, la température et la salinité varient selon des échelles interannuelles et décennales. Des données récentes sur les changements interannuels (décennaux) provenant d'études menées sur le plateau néo-écossais et dans le golfe du Maine révèlent des changements d'environ 2 °C (décennal de 5 °C) pour la température et de 1 (décennal de 1) pour la salinité. Ces changements peuvent être détectés par un programme de monitoring saisonnier complété par des données provenant d'autres projets. La variabilité interannuelle et décennale dans le sud du golfe du Saint-Laurent est moindre et moins cohérente sur le plan spatial que les changements enregistrés sur le plateau néo-écossais. Cela est peut être attribuable aux amplitudes moindres caractérisant des variations de basse fréquence, en comparaison avec l'amplitude plus élevée des variations à haute fréquence. En ces endroits, l'échantillonnage hydrographique n'a pas été suffisamment dense sur le plan spatial ou temporel pour que l'on puisse séparer la variabilité interannuelle ou décennale des composantes à plus haute fréquence. Dans le chenal laurentien et les zones du nord du Golfe, Gilbert et Pettigrew (1997) rapportent, pour la couche intermédiaire froide, une gamme de variation de la température aux basses fréquences d'environ 2 °C. Pour la Station 27, au large de St. John's, Petrie et al. (1992) ont relevé une des écarts d'environ 5 °C (1,5 pour la salinité) dans la couche de 0 à 20 m et de presque 2,5 °C (0,8 pour la salinité) dans l'intervalle de 75 à 150 m.

Les bases de données sur les éléments nutritifs et sur l'oxygène dissout n'ont pas été analysées pour ce qui est de leur variabilité à haute fréquence ou de leurs variations annuelles en utilisant une approche analytique semblable à celle qui a été appliquée pour les données de température et de salinité. On peut cependant s'attendre à enregistrer une variation considérable à ces fréquences, étant donné la variabilité connue de la production primaire (e.g., Fournier et al., 1977). Par ailleurs, l'oxygène dissout ne révèle pas une variabilité interannuelle significative. Au milieu des années 60, lorsque les eaux de plateau profond étaient dominées par l'eau de pente du Labrador, les niveaux de saturation dans le bassin Emerald ($z > 149$ m) étaient d'environ 70 %. Au milieu des années 70, lorsque les eaux chaudes de la pente dominaient, les niveaux de saturation étaient d'environ 45 %. La situation est moins claire pour les éléments nutritifs tout simplement parce que l'on dispose de moins de données. Toutefois, certaines observations indiquent que pendant les périodes de dominance printanière des eaux froides de la pente du Labrador, les concentrations en nitrates n'étaient que de la moitié ou du tiers des concentrations observées pendant la période où les eaux chaudes de la pente étaient présentes. Cela indique que des variations interannuelles et décennales des concentrations en éléments nutritifs et en oxygène dissout peuvent être détectées.

ÉCHANTILLONNAGE HAUTE FRÉQUENCE VERSUS ÉCHANTILLONNAGE BASSE FRÉQUENCE

À partir des données disponibles et de l'analyse de celles-ci, il est donc possible de décrire de façon empirique la variabilité saisonnière, interannuelle et décennale des propriétés hydrographiques de la région de la côte est du Canada tout en procédant à un échantillonnage restreint. En conséquence, l'objectif primaire du programme de monitoring devraient être de fournir cette description. La collecte parallèle de données physiques, chimiques, biologiques et halieutiques devrait permettre d'explorer les interrelations entre ces variables. L'utilisation de données océanographiques, météorologiques et hydrographiques complémentaires devrait permettre d'étudier les causes des changements de basse fréquence qui sont observés à l'échelle climatique.

Par contre, il semble impossible sur le plan logistique ou économique de résoudre la variabilité des processus à haute fréquence ou à échelle spatiale fine pour l'ensemble de la région de l'Atlantique. À moins que ne soit adoptée une approche de modélisation dans laquelle l'échantillonnage à échelle spatiale plus lâche, complété par des échantillonnages à haute fréquence temporelle de sites représentatifs, ne vienne fournir les données requises pour la validation des résultats des modèles. Le GTMO favorise fortement l'approche de modélisation dans chacune des régions du MPO, laquelle ouvre la porte à un éventail complet de nouveaux clients ou de partenaires pour le programme de monitoring zonal. L'échantillonnage effectué en support des programmes de modélisation exige le recours à une nouvelle série de critères pour le choix des sites d'échantillonnage ainsi que de la détermination des fréquences d'échantillonnage, spécialement pour certaines variables physiques, puisque les besoins en matière de validation des modèles de circulation doivent être satisfaits. Toutefois, les retombées peuvent être très importantes comme par exemple des données disponibles pour les échelles horizontales de 5 à 10 km, les échelles verticales de 20 m, et les échelles temporelles de 20 à 60 minutes. Ces échelles de variabilité sont toutes accessibles à partir des échelles de variabilité des mesures physiques actuelles (e.g., T, S, courant, niveau d'eau, vents, etc.).

RÉFÉRENCES

- Fournier, R.O., J. Marra, R. Bohrer et M. van Det. 1977. Plankton dynamics and nutrient enrichment of the Scotian Shelf. *J. Fish. Res. Board Can.* 34: 1004-1018.
- Gilbert, D. et B. Pettigrew. 1997. Interannual variability (1948-1994) of the CIL core temperature in the Gulf of St. Lawrence. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 54 (supp. 1): 57-67.
- Petrie, B. 1990. Monthly means of temperature, salinity and sigma-t for the Gulf of St. Lawrence. *Can. Tech. Rep. Hydrogr. Ocean Sci.* 126: 137 pp.
- Petrie, B. et J. Dean-Moore. 1996. Temporal and spatial scales of temperature and salinity on the Scotian Shelf. *Can. Tech. Rep. Hydrogr. Ocean Sci.* 177, 45 pp.
- Petrie B., J. W. Loder, S. Akenhead et J. Lazier. 1991. Temperature and salinity variability on the eastern Newfoundland Shelf: the annual harmonic. *Atmos.-Ocean*, 29: 14-36.
- Petrie, B., J.W. Loder, J. Lazier et S. Akenhead. 1992. Temperature and salinity variability on the eastern Newfoundland Shelf: the residual field. *Atmos.-Ocean*, 30: 120-139.

Annexe VII. Justification du choix des transects (sections) d'échantillonnage et des stations fixes.

Pourquoi le GTMO a-t-il choisit des échelles temporelles saisonnière et plus lorsque l'on sait qu'il existe une variabilité considérable à plus haute fréquence? Le GTMO a abordé cette question en analysant la température et la salinité grâce aux données recueillies à l'aide d'un certain nombre d'instruments mouillés sur tout le plateau néo-écossais (voir les détails à l'Annexe VI). Ces variables physiques ont été choisies parce que des données biologiques et chimiques équivalentes n'existaient pas. Les instruments ont été mouillés dans la baie de Fundy, sur le plateau néo-écossais, sur un certain nombre de bancs et dans la région de la rupture de pente du plateau néo-écossais. Ces emplacements sont représentatifs des divers régimes du plateau continental. Le GTMO a comparé la variabilité de haute fréquence au cycle annuel (variabilité saisonnière) et à la variabilité interannuelle et décennale, et en est arrivé à la conclusion que l'on pouvait qu'extraire la variabilité temporelle à plus long terme (saisonnière, interannuelle, décennale, etc.) à partir d'un échantillonnage limité de l'environnement océanique, avec un réseau d'observation de sections et de stations qui serait acceptable pour le MPO du point de vue logistique et financier. L'examen de la variabilité à plus haute fréquence aurait nécessité des mouillages qui ne permettent présentement que le monitoring des variables physiques. Le GTMO considère que les coûts de monitoring de cette variabilité physique, y compris les courants, sur le plateau avec des mouillages seraient trop élevés pour une initiative de monitoring permanente.

Quelle distance doit séparer les mouillages pour que l'on puisse échantillonner adéquatement la variabilité sur toutes les échelle temporelles? Une fois de plus, le GTMO a choisi des réseaux d'instruments couvrant l'ensemble des régimes topographique du plateau néo-écossais et a analysé les données pour déterminer les échelles spatiales de variabilité significatives. Selon la région, les échelles horizontales variaient de 5 à 60 km et les échelles verticales de 10 à 40 m. Cela rehausse les exigences concernant l'espacement des mouillages si l'on veut examiner la variabilité de la température et de la salinité sur toute la gamme des échelles temporelles. Une fois de plus, le GTMO en est arrivé à la conclusion que le réseau d'instruments requis pour monitorer l'environnement physique seulement à ces échelles se révélerait trop coûteux (Annexe VI).

Pourquoi le GTMO a-t-il choisit l'utilisation d'un échantillonnage sur des sections (voir le Tableau 4 pour connaître la localisation des sections) en tant que composante majeure de la proposition de monitoring zonal? Prenons de nouveau le plateau néo-écossais comme exemple. L'extrémité est du plateau néo-écossais est dominée par le flux de sortie du golfe du Saint-Laurent qui a ses propres caractéristiques physiques, chimiques et biologiques. La force de ce flux de sortie (et, en fait, du flux d'entrée dans le Golfe également) est mesurée de façon optimale à la hauteur du détroit de Cabot, où les courants sont confinés dans une zone restreinte. Dans la partie est du plateau, les eaux s'étendent davantage et une certaine influence des eaux de pente du large est ressentie, particulièrement sur les bancs extérieurs. Dans la zone du plateau central, on constate une très forte influence de l'eau de pente qui se déplace vers la côte et qui remplit les bassins intérieurs. À l'ouest, près de l'entrée du golfe du Maine et de la baie de Fundy, le mélange attribuable aux marées est dominant et influence profondément la répartition verticale des propriétés de l'eau. Ainsi donc, pour couvrir ces différents régimes océanographiques du plateau néo-écossais, le GTMO propose l'échantillonnage de quatre

sections situées aux endroits suivants : (1) dans le détroit de Cabot, qui est une source majeure d'eau pour le plateau; (2) à l'extrémité est du plateau, où les eaux du Saint-Laurent dominent mais où l'eau de pente exerce une influence significative; (3) sur le plateau central, où les eaux de pente jouent un rôle plus important pour ne pas dire dominant; et enfin (4) à l'extrémité ouest du plateau, où le mélange attribuable aux marées altère fondamentalement la structure des masses d'eau.

Des considérations similaires sont à la base du choix des sections dans d'autres zones (voir l'Annexe V et le Tableau 4). Les sections permettent une couverture globale de chaque région de même que de la zone en entier. La couverture globale permet une évaluation de l'environnement océanique qui va plus loin que la simple présentation d'une série temporelle provenant d'un ou de plusieurs emplacements. Par exemple, une telle couverture rend possible l'estimation de l'étendue des zones de températures de fond qui sont favorables ou défavorables à la morue. Par ailleurs, on sait que la région de l'Atlantique est dominée par l'advection d'eau relativement froide et douce provenant du nord (voir l'Annexe V pour plus de détails). Ce flux se déplace vers le sud en traversant la région, mais le transport d'eau douce diminue en général au fur et à mesure que le flux progresse vers le large. Les données de sections permettent ainsi de calculer le transport de masse, de chaleur et de sel. Avec des mesures complémentaires sur les éléments nutritifs et des paramètres biologiques, le transport de ces variables peut être également évalué.

La nature advective du flux permet de faire des projections limitées sur les changements environnementaux d'une zone à une autre, car il faut environ un an à une masse d'eau particulière pour traverser la région. Nous prévoyons également tenter d'établir des liens entre la variabilité observée dans une ou des régions et le forçage à plus vaste échelle de diverses variables, principalement les variables atmosphériques. On pourrait ainsi estimer la durée des périodes de conditions d'eau chaude / froide et douce / salée.

Pourquoi utiliser des stations fixes ? (voir le Tableau 5 pour connaître la localisation des stations fixes) Les variables biologiques et chimiques ne peuvent pas être mesurées de la même façon que nombre des variables physiques. À l'heure actuelle, il n'existe pas de capteurs capables de mesurer la biomasse phytoplanctonique et zooplanctonique, ou bien les concentrations d'éléments nutritifs, que l'on peut déployer pendant six à douze mois, afin d'obtenir des séries temporelles horaires de ces variables. Nous devons encore compter sur l'échantillonnage fait à partir d'un navire. Or, l'échantillonnage d'opportunité des sections tel que proposé plus haut ne peut donner une résolution temporelle adéquate pour la résolution de la variabilité biologique et, vraisemblablement, de certains processus chimiques. En conséquence, le GTMO propose l'occupation de huit stations fixes réparties dans les diverses régions nord-ouest de l'Atlantique (voir la Figure 2) sur une base bi-mensuelle de février à octobre et sur une base mensuelle de novembre à janvier. On pourra ainsi recueillir suffisamment de données pour obtenir l'information saisonnière, annuelle, décennale requise pour détecter les changements du climat.

Tableau 4. Justification du choix des sections d'échantillonnage (voir la Figure 2 pour connaître la localisation).

1) <i>Banc de Hamilton</i> (Terre-Neuve)	Ce site correspond à la frontière nord de la région où il est possible d'acquérir des données sur plusieurs saisons. Juste au sud du banc de Hamilton, le flux se divise, entrant d'une part dans le golfe du Saint-Laurent par le détroit de Belle-Isle et se perdant d'autre part au nord-est, sur le plateau de Terre-Neuve. Une série de données climatologiques importantes est disponible pour cette section.
2) <i>Bonavista</i> (Terre-Neuve)	Cette section peut fournir une évaluation non équivoque de la couche intermédiaire froide pour la région de Terre-Neuve. L'étendue de l'aire transversale et la température de cette couche se sont révélées d'utiles indices climatiques pour la région. On possède également une base de données exhaustive pour cette section.
3) <i>Bonnet Flamand</i> (Terre-Neuve)	Cette section est utilisée depuis longtemps et fournit des données sur les ramifications intérieures et extérieures du courant du Labrador. On peut également y mesurer la force du flux baroclinique de la ramification hauturière avant qu'elle ne subisse une perte majeure du volume et du transport d'eau douce.
4) <i>Plateau sud-est</i> (Terre-Neuve)	Il s'agit d'une région où le courant est faible, sans direction précise. Le monitoring permettra de connaître les intrusions de l'eau de pente poussée par les méandres du Gulf Stream qui domine les échanges de masse d'eau dans cette région; l'influence de cette eau sur les frayères de capelan et les zones d'avelinage des poissons plats est importante.
5) <i>Banc St. Pierre</i> (Terre-Neuve)	Cette section fournit des données sur l'ouest des Grands Bancs, secteur qui n'a pas été échantillonné autant que le reste du plateau de Terre-Neuve dans le passé. Cette section donnera également une indication du transport d'eau de la pente du Labrador vers l'ouest jusqu'au golfe du Saint-Laurent et au plateau néo-écossais. La section devrait traverser le banc St. Pierre plutôt que d'être localisée plus loin à l'est; on peut ainsi recueillir des données sur le flux de sortie des eaux du plateau depuis les chenaux Halibut et Haddock.
6) <i>Détroit de Cabot</i> (Maritimes)	Cette section, utilisée depuis longtemps, fournit de l'information qui permet d'évaluer les flux d'entrée et de sortie dans le principal passage reliant le golfe du Saint-Laurent à l'océan Atlantique.
7) <i>Louisbourg</i> (Maritimes)	Cette section permet, de par sa position, d'évaluer le climat de l'est du plateau néo-écossais (à l'heure actuelle, cette zone présente un climat distinct du reste du plateau). En outre, la ramification du courant néo-écossais orientée vers la côte peut être évaluée, tout comme l'influence de la masse d'eau de la pente du Labrador et du flux de sortie du Golfe sur le plateau extérieur et le haut de la pente.
8) <i>Halifax</i> (Maritimes)	Cette section permet de mesurer le climat du plateau central et le climat du bassin intérieur profond, qui est de toute première importance pour la variabilité à l'échelle décennale du plateau, ainsi que la force du courant néo-écossais.

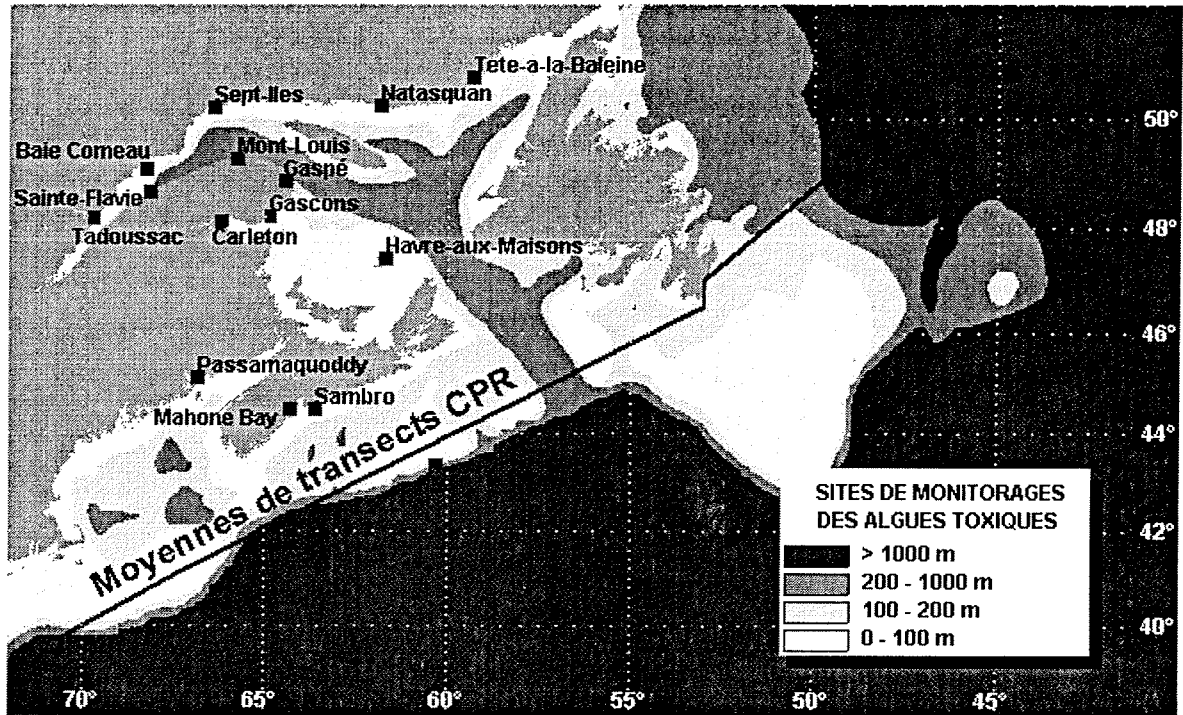
9) <i>Cap de Sable</i> (Maritimes)	Cette section permet d'évaluer le climat de l'ouest du plateau, particulièrement dans certaines zones où un mélange est provoqué par les marées, et le flux d'entrée dans la baie de Fundy et le golfe du Maine.
10) <i>Estuaire du Saint-Laurent</i> (Laurentienne)	Cette zone unique du Golfe affiche la plus faible amplitude de cycle annuel de la température et la plus importante pour ce qui est de la salinité.
11) <i>Mont-Louis</i> (Laurentienne)	Cette section au nord-ouest du golfe du Saint-Laurent englobe les deux stations fixes échantillonnées à haute fréquence et sera utile pour établir un lien entre les deux séries de données.
12) <i>Anticosti</i> (Laurentienne)	Il s'agit de la section historique de Gaspé. Une section entre l'île d'Anticosti et la côte sud est nécessaire pour monitorer les fluctuations de température et de salinité dans les eaux du Golfe ainsi que dans le courant de Gaspé lui-même.
13) <i>Bonne Bay</i> (Laurentienne)	Cette section permet la mesure du climat du nord-est du Golfe (zone sous-échantillonnée dans le passé), l'évaluation du flux d'entrée des eaux de pente par le chenal Esquiman et du flux d'entrée d'eau du plateau du Labrador dans le Golfe par le détroit de Belle-Isle.
14) <i>Îles-de-la-Madeleine</i> (Laurentienne)	Cette section permet la mesure du climat dans une région peu échantillonnée et donne une indication du flux de sortie du courant de Gaspé et celui du plateau Madelinien en direction du détroit de Cabot.

Tableau 5. Justification du choix des stations fixes (voir la Figure 2 pour connaître la localisation).

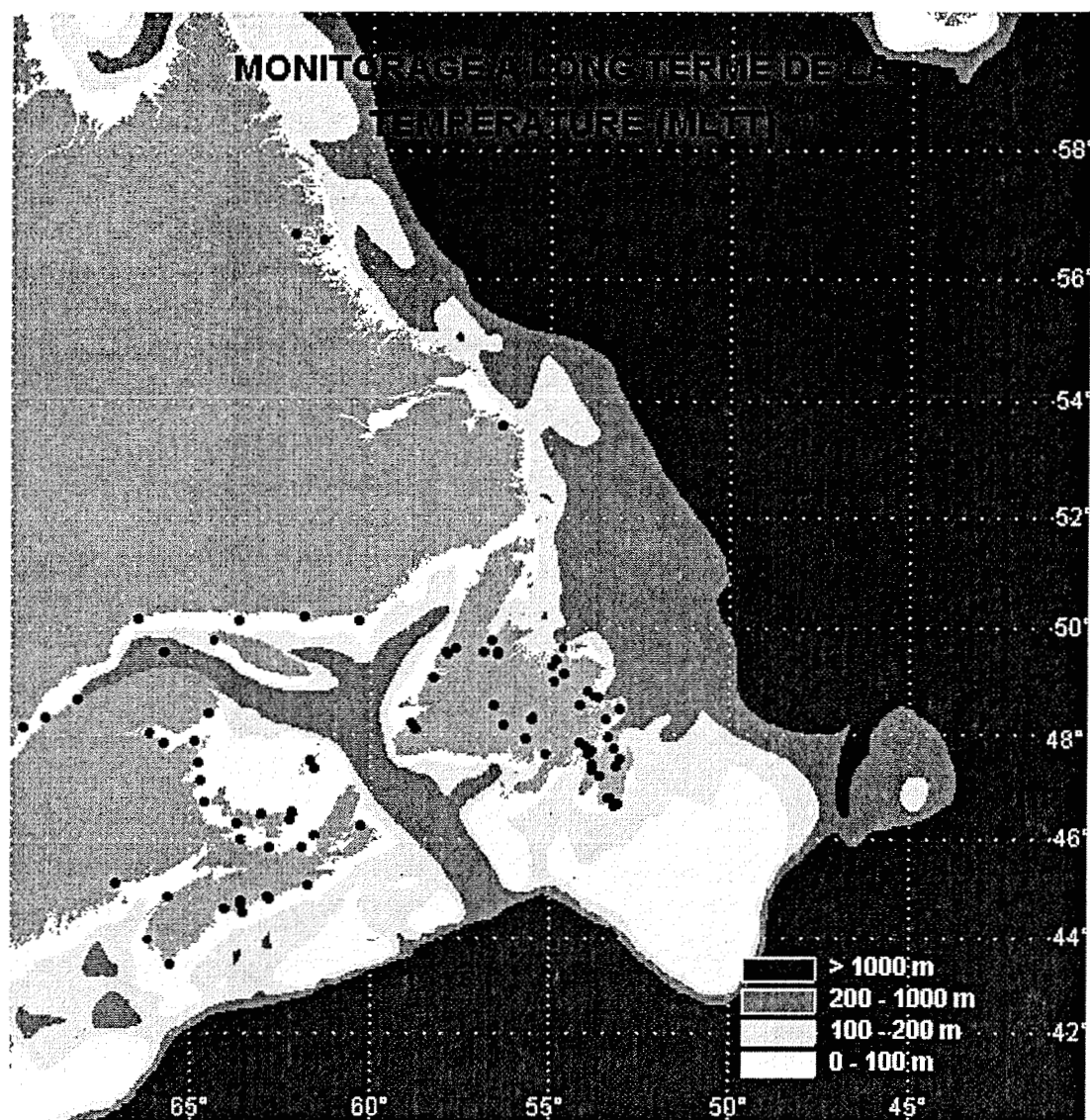
1) <i>Prince 5</i> (personnel du MPO, Maritimes)	Cette station est représentative de l'environnement de la baie de Fundy.
2) <i>Station 2, au large de la section de Halifax</i> (personnel du MPO, Maritimes)	Cette station est représentative de l'environnement du plateau néo-écossais.
3) <i>Shediac</i> (MPO, Maritimes)	Cette station est représentative de l'environnement du sud du golfe du Saint-Laurent. Il s'agit de la région où l'une des ramifications du courant de Gaspé dévie vers le détroit de Cabot.
4) <i>East Point, Î.-P.É.</i> (pêcheur formé, Maritimes)	Cette station est représentative de l'environnement du sud du golfe du Saint-Laurent. Cette station est nécessaire, particulièrement si l'on considère qu'il s'agit de la région où les variations annuelles de la températures sont les plus importantes.
5) <i>Mont-Louis-Courant de Gaspé</i> (49° 14,5'N, 66° 12.00'O) (personnel du MPO, Laurentienne)	Cette station est représentative du courant de Gaspé et de la zone où il dérive le long de la péninsule gaspésienne. Le courant de Gaspé mérite une attention particulière du fait qu'il s'agit de la caractéristique la plus dynamique du Golfe. Il progresse en méandres plus en aval dans le Golfe.

6) <i>Gyre d'Anticosti au nord-ouest du golfe du Saint-Laurent</i> (49° 43.00'N, 66° 15.00'O) <i>(personnel du MPO, Laurentienne)</i>	Cette station est représentative de la région nord-ouest du golfe.
7) <i>Nord-ouest du golfe du Saint-Laurent</i> (49° 42.00'N, 59° 20.00'O) <i>(pêcheur formé, Laurentienne)</i>	Pour monitorer les couches profondes du chenal laurentien, il faut au moins prendre des mesures une fois par année dans une section passant par le détroit de Cabot ou plus près de la faille du plateau. Il serait même tout à recommandé d'effectuer plusieurs mesures par année. Les mesures prises à la section de Gaspé permettraient le suivi de l'évolution des variations observées trois à quatre années plus tôt dans le détroit de Cabot. Par contre, on manque manifestement de données sur la partie nord-est du Golfe, où l'on comprend mal la dynamique du chenal Esquiman. Cette station servirait de complément à la section de Bonne Bay où nous anticipons une faible collecte de données en raison des rares occasions d'y prélever des échantillons, comme on l'a constaté par le passé. Il s'agit d'une station où nous comptons automatiser l'échantillonnage à l'aide d'un mouillage.
8) <i>Station 27</i> (47° 32.8'N, 52° 35.2'O) <i>(personnel du MPO, Terre-Neuve)</i>	Cette station est représentative de l'environnement du plateau de Terre-Neuve. Ce site a été choisi en raison des importantes données physiques et des données biologiques (limitées) déjà recueillies tout au long du cycle saisonnier. Le site est facile à échantillonner sur une base régulière soit en utilisant des moyens spécialisés, soit en ayant recours à des navires d'opportunité.

Annexe VIII. Localisation des lignes CPR et des stations de monitoring des algues toxiques.



Annexe IX. Localisation des stations de monitoring à long terme de la température.



Annex X. Localisation des marégraphes sur la côte est (selon la numérotation du SHC).

