

Institut
océanographique
de Bedford

Rapport bisannuel 1977 & 1978

DFO - Library / MPO - Bibliothèque



09064427



La couverture représente le CSS *Hudson* dans l'anse de Scott à l'île de Baffin le 6 septembre 1977. Les falaises qu'on voit dans le fond ont au moins 300 mètres de haut. A l'automne 1976 des chercheurs de l'IOB avaient observé une nappe de pétrole à l'entrée de l'anse mais, en raison des conditions de la glace à l'époque, ils n'avaient pas pu identifier sa source ni déterminer son étendue. C'est pourquoi en 1977 et de nouveau en 1978 le *Hudson* est retourné mesurer les niveaux de référence de résidus pétroliers dans l'Arctique oriental, et aussi examiner la géologie du plateau de l'île Baffin. Ces études chimiques et géologiques ont montré que la nappe de l'anse de Scott résulte d'un suintement naturel de pétrole sur les parois et le fond de l'auge sous-marine qui entaille le plateau continental dans cette zone. Ces études sont décrites plus en détail aux pages 20-21 et 188-190.

(Photographie de Roger Belanger)

Rapport bisannuel 1977 et 1978

Institut océanographique de Bedford
Dartmouth, Nouvelle-Ecosse
Canada

Numéro de série (standard international) 0067-480X

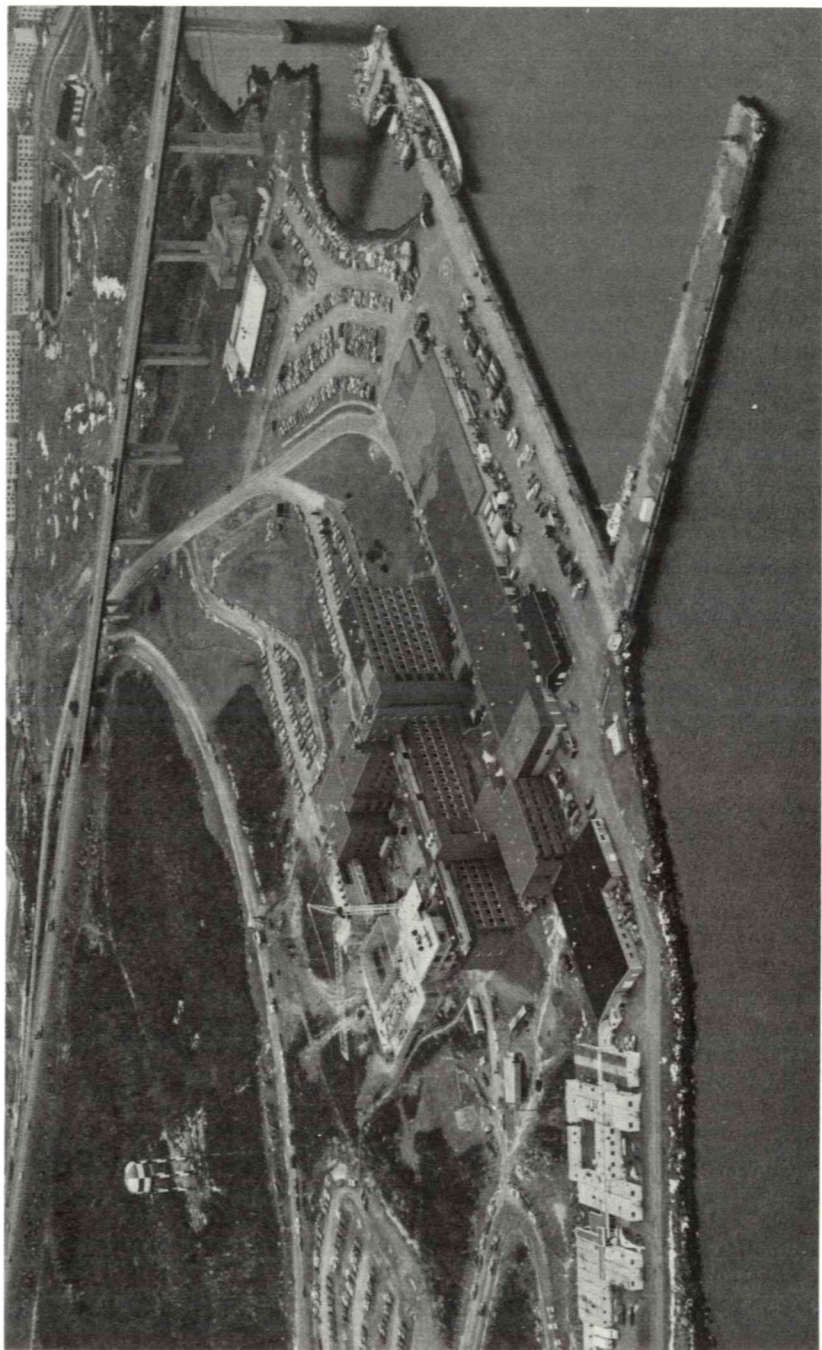
Publié par l'Institut océanographique de Bedford, boîte postale 1006,
Dartmouth, NE, B2Y 4A2

Imprimé par Centennial Print and Litho Ltd, Fredericton, Nouveau
Brunswick

Couverture de Clarridge House, Halifax, NE

An English version is also available

© 1979, Ministère des approvisionnements et des services



Vue aérienne de l'Institut océanographique de Bedford, façade ouest. (IOB 5115-4)

Quelques mots sur l'Institut . . .

L'Institut océanographique de Bedford est un ensemble d'organismes de recherche du Gouvernement du Canada, situé sur le bassin de Bedford, à Dartmouth en Nouvelle-Ecosse. L'Institut poursuit des recherches océanographiques et effectue des levés hydrographiques dans des milieux marins très variés. Sept groupes principaux, relevant de deux ministères, sont domiciliés à l'I.O.B.:

- le **Laboratoire océanographique de l'Atlantique**, le **Laboratoire d'écologie marine** et les **Ressources de l'Institut** constituent les Sciences océaniques et aquatiques, Atlantique, du Service des pêches et de la mer du Ministère des pêches et de l'environnement;
- la **Division des poissons d'eau de mer** fait partie de la Direction des ressources de la Gestion des pêches du Service des pêches et des sciences de la mer du Ministère des pêches et de l'environnement;
- l'**Unité des recherche sur les oiseaux de mer** fait partie du Service canadien de la faune du Service de gestion environnementale du Ministère des pêches et de l'environnement;
- le **Centre géoscientifique de l'Atlantique** fait partie de la Commission géologique du Canada du Service des Sciences et de la technologie du Ministère de l'énergie, des mines et des ressources; et
- le **Bureau de la côte est** de la **Direction de la gestion et de la conservation des ressources** fait partie du Secteur Politique de l'énergie du Ministère de l'énergie, des mines et des ressources.

En dépit de leurs appartenances variées, les membres du personnel de l'Institut ont un thème commun dans leurs travaux, et un comité de gestion composé de membres de certains des groupes coordonne les efforts et assure l'existence d'échanges.

Table des matières

Avant-propos	1
A. Sciences océaniques et aquatiques, Atlantique	5
A.1 Laboratoire océanographique de l'Atlantique	7
Notes du directeur	9
Océanographie chimique	11
Océanographie côtière	24
Hydrographie	43
Métrologie	55
Circulation océanique	68
A.2 Laboratoire d'écologie marine	85
Notes du directeur	87
Océanographie biologique	90
Qualité de l'environnement	102
Océanographie des pêches	115
A.3 Ressources de l'Institut	135
Notes du directeur	137
Rapports des différentes divisions	139
B. Centre géoscientifique de l'Atlantique	153
Notes du directeur	155
Géologie du pétrole — Secteur de l'est	159
Géologie du milieu marin	167
Programme de soutien	179
Reconnaissance régionale	185
C. Division des poissons d'eau de mer	195
D. Direction de la gestion et de la conservation des ressources, Bureau de la côte est	209
E. Unité de recherche sur les oiseaux de mer du Service canadien de la faune	217
F. Annexes	227
Personnel de recherche, personnel de levés et/ou cadres du personnel de soutien	229
Principales publications de 1977 et 1978	235
Principales expéditions de 1977 et 1978	251
M. W. L. Ford prend sa retraite	261
Agrandissement des installations de l'I.O.B.	263

Remerciements

Nous tenons à exprimer notre reconnaissance aux collègues qui ont participé à la préparation du rapport. En particulier nous remercions Linda Cordsen qui a aidé avec la rédaction, Roger Bélanger qui a fourni la plupart des photographies, Art Cosgrove et les autres dessinateurs qui ont préparé les dessins au trait, et Chris Behan qui a dactylographié les manuscrits. Le texte anglais a été traduit par Mme. Françoise Longhurst.

Michel Latrémouille
Chef du Services de publication

Avant-propos

Une fois de plus j'ai l'honneur de rédiger un avant-propos au rapport bisannuel sur les travaux de l'Institut océanographique de Bedford. Je le fais en tant que chef de la principale organisation du groupe d'institutions que constituent l'IOB, et au nom des dirigeants des différentes divisions de ces organisations qui siègent au comité de gestion de l'Institut. Trois nouveaux membres sont représentés dans ce rapport: la Division des poissons d'eau de mer, le Bureau de la côte est de la Direction de la gestion et de la conservation des ressources et l'Unité de recherche sur les oiseaux de mer. Leur présence constitue un élargissement constructif et important de l'éventail des activités de l'IOB.

Les sciences sont un point d'appui indispensable de la technologie sur laquelle repose le mode de vie actuel. Dans l'avenir notre mode de vie continuera à dépendre étroitement des progrès réalisés dans le domaine des sciences et de la technologie. A défaut d'un effort massif dans ce domaine on ne saurait concevoir que l'humanité puisse résoudre ses problèmes alors que les restrictions imposées par notre système planétaire limité et clos se feront plus évidentes.

Certaines nations ont déjà reconnu le rôle déterminant que jouent la recherche et le développement (R & D) dans leur économie et on se rend de plus en plus compte de l'importance primordiale de la recherche et du développement effectués au Canada pour la santé économique future de la nation et pour une meilleure qualité de vie pour ses citoyens. Trois annonces faites récemment soulignent ce fait. L'une, faite en juin 1978 par le Ministre d'Etat de la science et de la technologie, envisageait d'allouer 1,5% du produit national brut aux dépenses de recherche et de développement en 1983, au lieu de 0,84% en 1977, l'intention étant que la plus grande partie de cet important accroissement se fasse dans le secteur privé. Le rôle déterminant de la recherche et du développement et les dangers d'une absence de progrès dans ce domaine sont les sujets abordés dans un rapport du Conseil scientifique du Canada intitulé "Le maillon le plus faible: point de vue technologique sur le sous-développement industriel canadien", publié en octobre 1978. Un communiqué a été publié à l'issue de la Conférence fédérale-provinciale des ministres chargés des sciences et de la technologie, tenue pour examiner l'état critique dans lequel se trouvent actuellement la recherche et le développement industriels au Canada.

Tout en reconnaissant que le besoin le plus pressant est celui de consacrer davantage d'investissements à la recherche et au développement dans le secteur privé, il ne faut pas négliger le rôle que

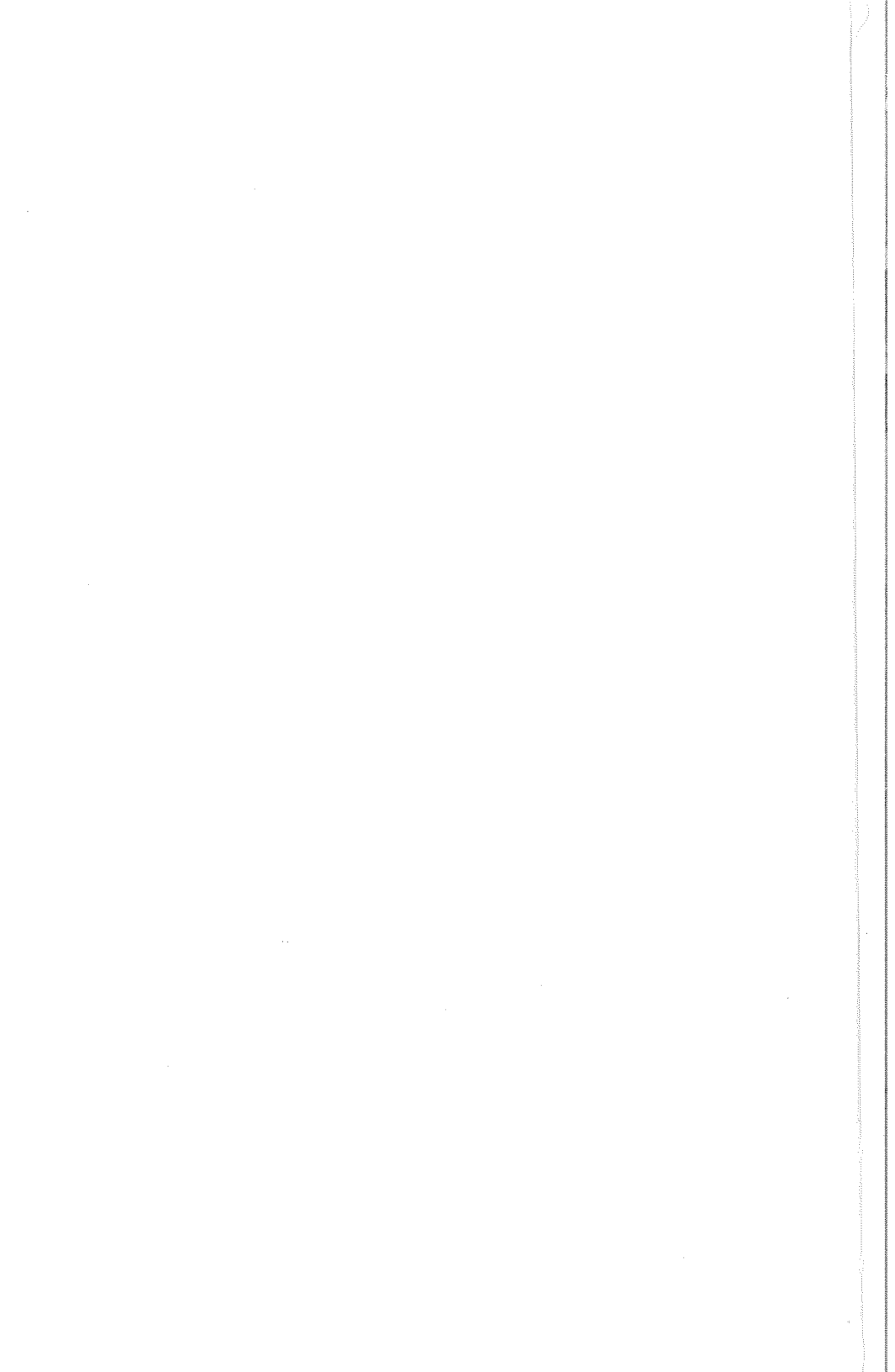
doivent jouer le gouvernement et les universités. La recherche universitaire, réalisée dans le cadre du processus d'enseignement, devra être considérablement élargie pour permettre aux universités canadiennes de pourvoir à une bonne partie de la demande en diplômés scientifiques et en ingénieurs correspondant à un investissement de 1,5% du produit national brut dans la recherche et le développement en 1983. Cette demande a été estimée à 30.000 chercheurs qualifiés supplémentaires pour cette période de cinq ans. Quant au secteur gouvernemental, il reste chargé de fournir une grande partie de l'infrastructure d'information spécialisée qui alimente le système tout entier, information sur laquelle le gouvernement doit s'appuyer pour s'acquitter de ses obligations concernant la réglementation et l'exploitation des ressources renouvelables et non renouvelables, ainsi que pour préserver et améliorer la qualité de l'environnement. Pour remplir ces obligations, il faut des programmes de recherche et d'étude à long terme, réalisés par les services gouvernementaux eux-mêmes, mais aussi et de plus en plus avec l'apport de travaux effectués dans le secteur privé en vertu de contrats avec le Gouvernement. L'IOB représente un facteur important de la réponse apportée par le Gouvernement du Canada à ces besoins, dans le domaine de la science et de la technologie océanographiques.

Le tableau du développement de l'Institut au cours des deux dernières années est quelque peu ambivalent. L'agrandissement des installations, d'un coût de 18 millions de dollars, annoncé en mai 1975, a été réalisé dans les délais et les coûts prévus. Deux ailes de laboratoires, baptisées le bâtiment John Strickland et le bâtiment John Murray, ont été terminées et occupées. Ceci a amélioré la situation dans les bâtiments plus anciens, et le groupe de caravanes cessera progressivement d'être utilisé à mesure que l'aile des services communs, actuellement en construction, entrera en service. Lorsque cette aile sera terminée et que l'aquarium aura été agrandi, l'Institut disposera d'installations de premier plan. En outre le CSS *Baffin*, lancé en 1957, subit actuellement une remise en état à mi-existence de 4 millions de dollars, qui permettra de le rendre beaucoup plus apte à effectuer des levés hydrographiques (sa fonction principale) pour la recherche océanographique et à opérer dans les glaces. Ainsi à la fin des années 70, l'Institut disposera d'installations et de moyens de travail excellents et d'un personnel hautement qualifié et dévoué à sa tâche. Toutefois la politique gouvernementale de compression des dépenses de ces dernières années a entraîné une réduction importante des programmes. Le budget de fonctionnement est actuellement d'au moins 1,7 million de dollars, soit 25% de moins que le niveau requis pour utiliser au maximum le personnel, les laboratoires et les navires.

Ce rapport présente les nombreux résultats obtenus par le personnel de l'Institut au cours d'une période de réduction considérable des crédits, et montre la base solide sur laquelle reposeront les activités futures. L'Institut est prêt à faire face à la tâche qui l'attend et à jouer

un rôle plus important dans la réalisation par la nation du but précédemment cité, à savoir de consacrer 1,5% du produit national brut en 1983 à la recherche et au développement et d'obtenir ainsi les progrès économiques et sociaux que cet investissement rendra possibles.

Wm. L. Ford
Directeur général
Sciences océaniques et aquatiques, Atlantique

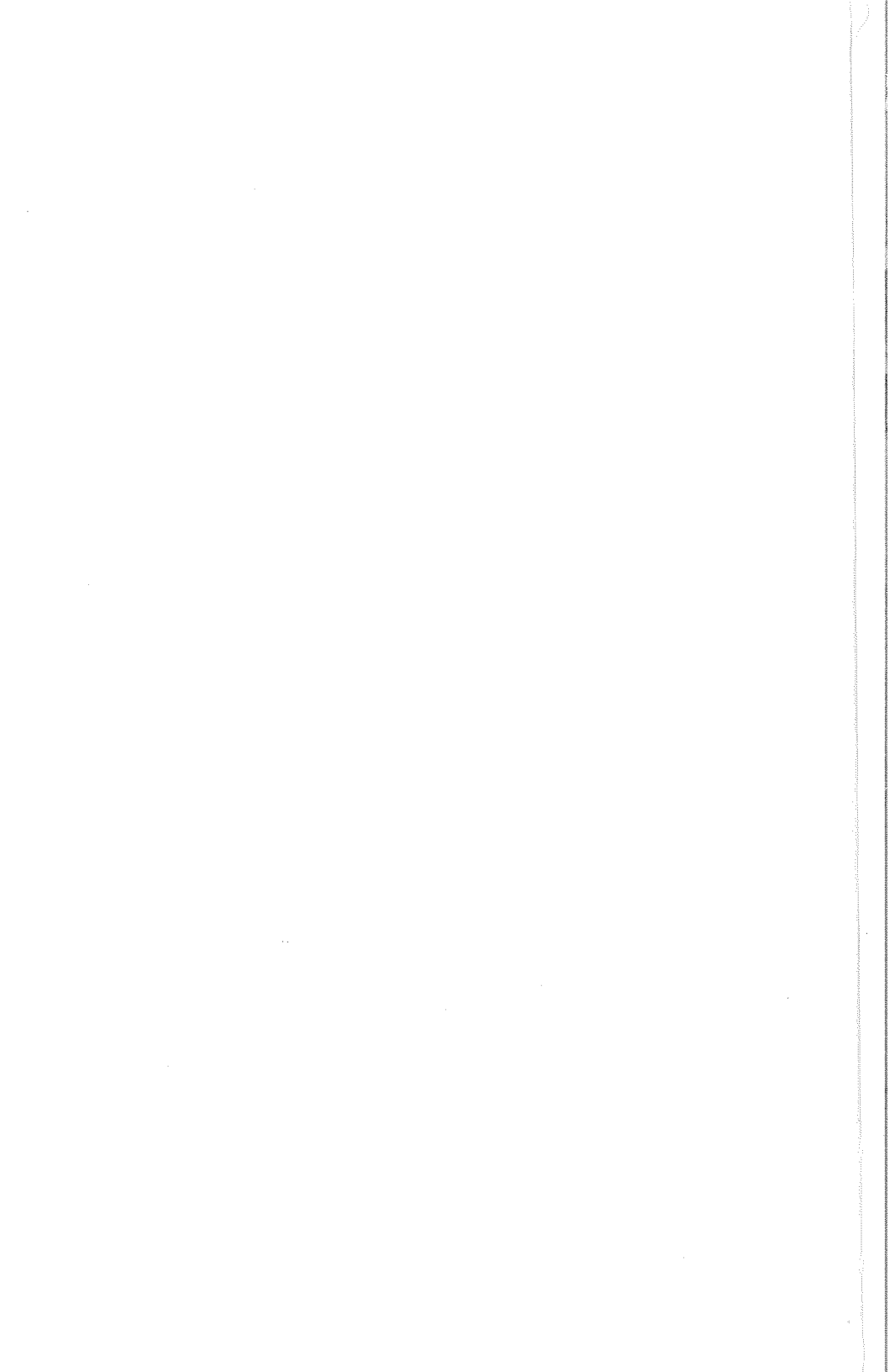




Sciences océaniques et aquatiques, Atlantique
Ministère des pêches et de l'environnement

- Directeur général — W.L.Ford
- Laboratoire océanographique de l'Atlantique
 - Laboratoire d'écologie marine
 - Ressources de l'Institut
 - Services de gestion (1)

(1) le travail de ce groupe n'est pas passé en revue dans ce rapport

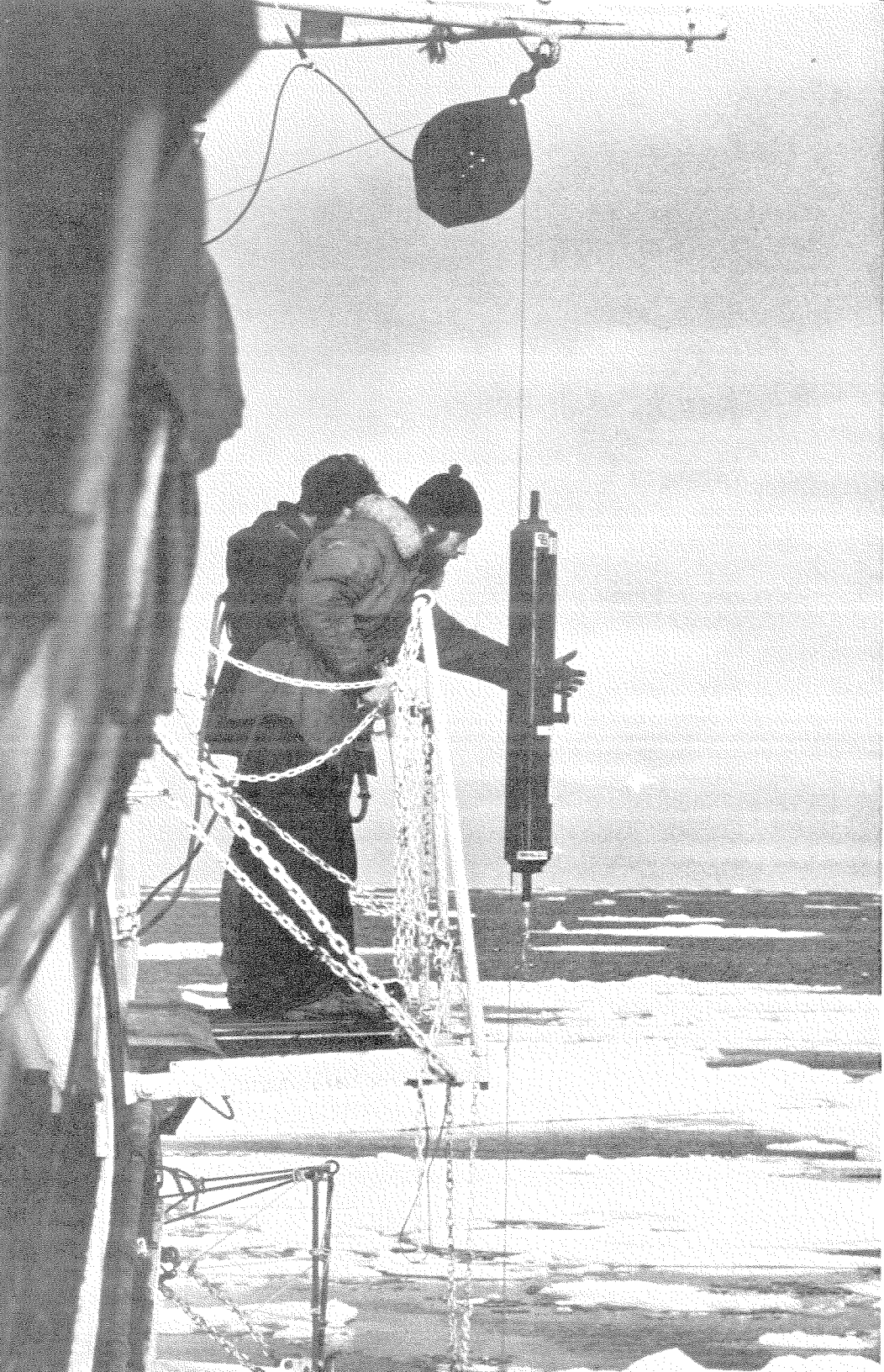


A.1

Laboratoire océanographique de l'Atlantique
Sciences océaniques et aquatiques, Atlantique
Ministère des pêches et de l'environnement

Directeur — C.R.Mann

- Division d'océanographie chimique
- Division d'océanographie côtière
- Division d'hydrographie
- Division de métrologie
- Division de circulation océanique



Notes du directeur

Au cours de 1977 et 1978 des modifications importantes ont été apportées au programme du laboratoire afin d'étudier les problèmes du plateau continental en vue de fournir les données requises par les recherches sur les pêches, et ceux de l'Arctique oriental pour répondre aux questions d'ordre océanographique et hydrographique soulevées par l'exploration pétrolière et le développement des transports maritimes.

Des expériences spéciales réalisées au bord du plateau continental ont permis de beaucoup mieux connaître les processus d'océanographie physique de cette zone et la manière dont ils réagissent aux influences extérieures telles que les orages et les changements intervenant dans le Gulf Stream, ainsi que les temps de réaction. En coopération avec les biologistes, les océanographes spécialisés en océanographie physique travaillant à ce projet ont pu comprendre et quantifier les mécanismes par lesquels le plateau continental est alimenté en substances nutritives. Les résultats ont été très instructifs du point de vue des ordres de grandeur de temps et d'espace de ces phénomènes, et ils ont servi à préparer d'autres recherches à mener en coopération avec des biologistes du Canada atlantique. Un programme a été établi en collaboration avec la station biologique de St Andrews (NB) pour étudier les changements de température qui se produisent sur les terrains à homards, et l'effet des changements sur la population de homards. Ce programme débute modestement avec l'étude de quelques terrains de pêche seulement mais il pourrait être l'amorce d'un vaste programme de surveillance sur la côte atlantique. Un autre effort important a été entrepris en collaboration avec le laboratoire de St Jean de Terre Neuve pour étudier le cycle de vie de la morue au cap Flamand. Ce programme a été extrêmement encourageant, car je crois qu'il va être possible dans les quelques années qui viennent de surveiller et de comprendre les changements qui interviennent dans l'océanographie physique du plateau continental et d'appliquer ces connaissances aux problèmes des pêches. Il est intéressant pour ceux qui aiment philosopher sur la science de savoir que cette possibilité résulte de la grande variété de matériel nouveau mis au point au cours des dix dernières années.

Le transfert des programmes de chimie à l'Arctique oriental s'est également avéré fructueux. Non seulement les chimistes ont pu obtenir des données de base indispensables, mais ils ont aussi repéré un suintement naturel de pétrole dans la zone de l'anse de Knight, qui permet d'étudier la réaction de la biota locale à la présence du pétrole.

Notre service hydrographique a été élargi pour inclure la cartographie, avec le transfert à l'IOB d'un service cartographique domicilié auparavant à Ottawa. Les cartographes sont en train de devenir partie intégrante de l'Institut, et leur travail complète le programme hydrographique. Au cours de ces dernières années, la division d'hydrographie a acquis la capacité d'effectuer des relevés de ressources, en collaboration avec le Centre géoscientifique de l'Atlantique. Il est peut-être temps d'accorder plus d'attention aux problèmes de navigation et de géodésie, et à l'obtention de renseignements sur les courants de marée et les courants océaniques. La division hydrographique dispose d'un excellent outil pour ce faire — ses groupes qui s'occupent de la navigation et des marées.

En cette époque où les connaissances dans le domaine de l'océanographie ont toutes sortes d'applications pratiques, on a tendance à croire que les océans et les phénomènes qui s'y déroulent ont dans l'ensemble été découverts et compris. En réalité il y a encore beaucoup à faire. Les rôles respectifs de la diffusion et de l'advection dans la formation de la structure de l'Atlantique nord n'ont pas encore été éclaircis; on ne dispose pas de mesures de température et de salinité et encore moins de mesures de courant dans le courant côtier du Labrador pendant la saison des glaces, et nous ne savons pas encore comment nous procurer les mesures dont nous avons besoin. Il y a aussi des choses à découvrir. Au cours de leurs travaux dans la mer du Labrador, les chercheurs ont observé pour la première fois une convection profonde, et située là où ils ne s'y attendaient pas. Il y a encore place pour une exploration de l'océan et ce genre de travail devrait figurer dans le programme d'avenir du L.O.A.

C. R. Mann

Directeur

Laboratoire océanographique de l'Atlantique

Océanographie chimique

La Division d'océanographie chimique mène des recherches sur le transport et le comportement des substances chimiques dans les estuaires et au large des côtes, les effets des phénomènes physiques et biologiques sur la répartition des substances nutritives, les échanges gazeux à l'interface air-mer, les processus et les flux de sédimentation, la géochimie des isotopes de carbone et d'oxygène, et la pollution par les résidus pétroliers, les métaux lourds et les radionuclides. Une grande partie de ces recherches a trait à des problèmes d'intérêt national ou international mais ceci n'exclut pas le maintien d'un programme central de recherche pure.

Des changements importants ont été apportés à notre programme au cours de la période passée en revue. Nous avons pris en charge la surveillance de l'environnement de la Centrale nucléaire de Point Lepreau au Nouveau Brunswick qui doit entrer en fonctionnement dans deux ans au plus tard. On se servira pour ce faire de méthodes différentes de celles employées pour surveiller les risques d'ordre sanitaire et on espère obtenir à la fois des renseignements permettant l'établissement de règlements, et des renseignements biogéochimiques. Davantage d'efforts ont été consacrés aux eaux du Canada septentrional, en particulier celles de la baie Baffin et de la région adjacente, afin de mieux comprendre le comportement et la répartition des espèces chimiques et de fournir un cadre permettant d'examiner les programmes d'évaluation de l'environnement liés à l'exploitation des ressources. La détection de nappes de pétrole dans le golfe de Buchan et l'anse de Scott a suscité un examen de ces nappes en vue de déterminer l'existence possible de suintements naturels de pétrole brut. Nous avons aussi étendu nos études au milieu pélagique avec une expédition dans l'ouest de l'Atlantique nord en 1978. Destinée à l'origine à examiner les anomalies chimiques de la colonne d'eau, cette expédition a en fait mené toute une gamme d'études géophysiques et géochimiques, en collaboration avec l'Université McMaster (Ontario), l'Université Dalhousie (NE) et l'Université de Rhode Island (EU).

Par suite de ces changements, l'effort consacré à l'étude du golfe du St Laurent a diminué et la plus grande partie de l'effort actuel porte sur les phénomènes géochimiques dans l'estuaire. Le niveau actuel d'activité dans l'estuaire du St Laurent et le fjord de Saguenay sera maintenu jusqu'à ce que nous parvenions à une meilleure compréhension des subtilités du comportement chimique de ces eaux.

Nous avons consacré une certaine attention aux échanges frontaliers qui contrôlent les flux de substances chimiques vers l'océan et hors de celui-ci. Une étape très importante a été la première mesure du flux vertical de bioxyde de carbone à l'interface air-mer. Nous sommes convaincus qu'une application plus large de la technique de corrélation des tourbillons [eddy correlation technique], avec des instruments plus perfectionnés, permettra de mesurer les flux d'autres composés.

Notre participation à des activités internationales s'est poursuivie. Un exercice d'étalonnage comparé des traces métalliques dans l'eau de mer est mené pour le compte du Conseil international pour l'exploration de la mer avec des

participants de 16 pays. Nous continuons à participer aux exercices d'étalonnage comparé des isotopes stables et des polluants non nucléaires organisés par l'Agence internationale de l'énergie atomique. Nous avons pris part à plusieurs programmes du Conseil international pour l'exploration de la mer et de la Commission océanographique intergouvernementale, ainsi qu'au programme RIOS (Apports des rivières aux systèmes océaniques) du Comité scientifique sur la recherche océanique, et avons pris part aussi à deux expéditions financées par l'Agence canadienne pour le développement international - en 1976 au Sénégal et en Gambie et en 1977 au Pérou.

J. M. Bewers

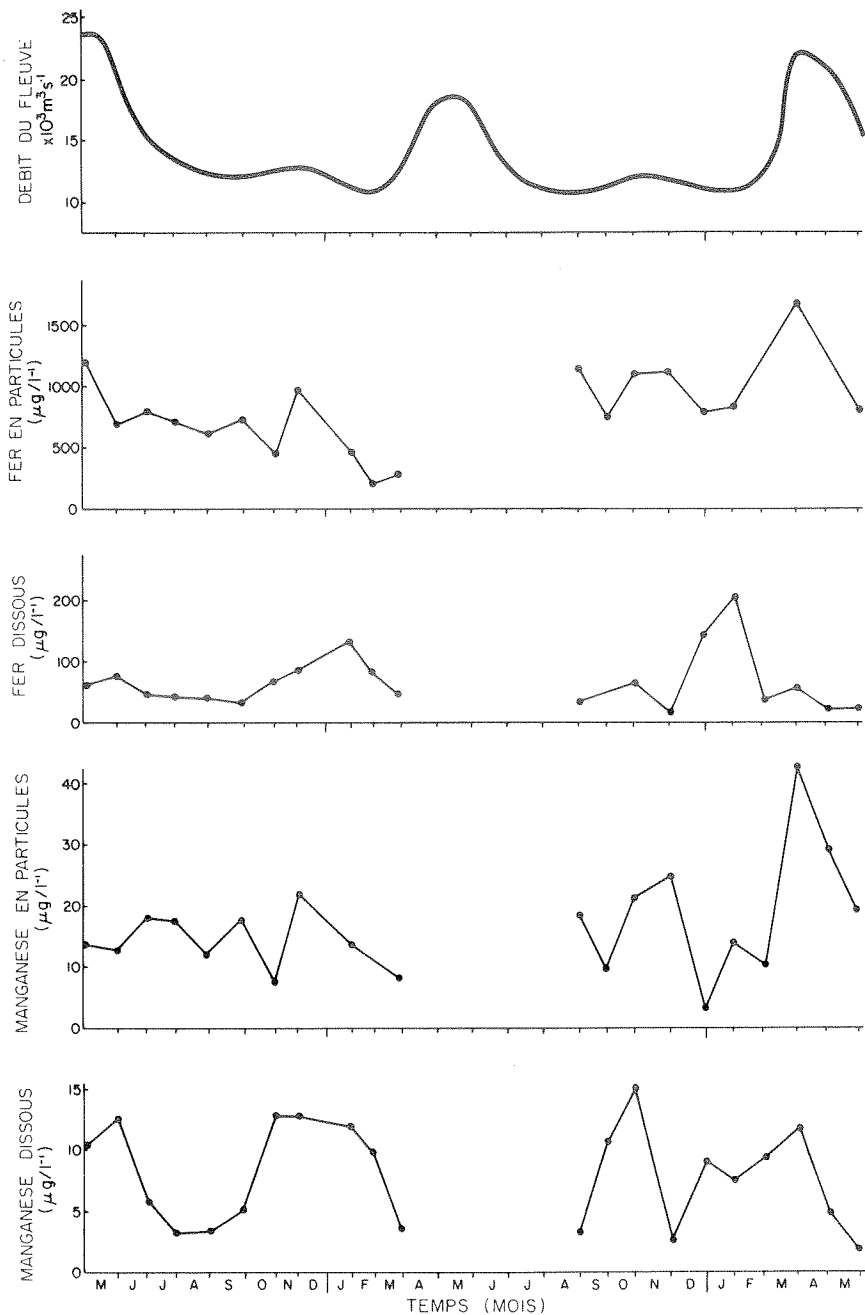
Etudes dans les zones côtières et les estuaires

Géochimie des métaux à l'état de traces. La géochimie des métaux à l'état de traces et des particules de matière en suspension dans les estuaires et les eaux côtières est étudiée dans le golfe et l'estuaire du St Laurent. La répartition du manganèse, du cobalt, du nickel, du cuivre, du zinc et du cadmium dans l'estuaire montre dans quelle mesure ces métaux quittent la colonne d'eau et quelle est l'influence de la turbidité maximale. Les phénomènes de déplacement et d'échange entre l'état dissous et l'état en particules des métaux sont à l'étude. Dans les eaux plus profondes de l'estuaire inférieur du St Laurent, on a observé des niveaux très élevés de manganèse dissous résultant de décharges diagégénétiques de manganèse en provenance des sédiments.

Une série d'analyses, échelonnées dans le temps, de la composition de l'eau du St Laurent à Québec a été menée en 1975 et 1976. Les résultats ont servi à déterminer les changements saisonniers des concentrations métalliques et à estimer les décharges annuelles du fleuve de métaux sous forme dissoute ou en particules. Une méthode rationnelle a été mise au point pour déterminer la proportion de flux métalliques en provenance du St Laurent, et d'autres grands fleuves très étudiés, dans la décharge totale des fleuves. La mesure de la disparition des traces métalliques de la colonne d'eau dans l'estuaire et le golfe du St Laurent, combinée à des estimations des flux métalliques portés par le fleuve, nous a permis de calculer l'influx net de métaux dans l'océan profond. Les temps de résidence des métaux à l'état des traces dans l'océan profond, calculés sur la base de ces apports métalliques fluviaux nets, sont beaucoup plus courts que l'indiquaient les estimations précédentes. En outre ils correspondent mieux aux temps de résidence calculés d'après les taux de sédimentation pélagiques. Nous avons aussi pu évaluer l'effet de flux métalliques anthropogènes accrus sur la composition des eaux dans le golfe du St Laurent et sur le plateau Scotian. Cette évaluation montre que les accroissements prévus de l'activité industrielle dans le bassin de drainage du St Laurent risquent peu d'avoir un effet marqué sur les niveaux de métaux à l'état de traces dans les eaux côtières.

P. A. Yeats, J. M. Bewers

Etudes de matière organique. Les caractères généraux de la matière organique en particules dans le golfe du St Laurent ont été décrits et mis en corrélation avec la productivité primaire de surface et les masses d'eau. Ce travail a permis d'établir une comparaison quantitative entre les eaux à l'extérieur du golfe et les eaux situées ailleurs dans les océans. Les concentrations de matière organique en particules qui ont été mesurées dans



Changements saisonniers de concentration du fer et du manganèse dissous et en particules, et leur rapport avec le débit du St Laurent. (IOB 5169)

deux secteurs-clés du système - au détroit de Cabot et à la Pointe des Monts - servent maintenant à calculer la contribution nette de matière organique de l'estuaire du St Laurent au golfe ouvert, et du golfe ouvert à l'Atlantique nord.

Les rapports du carbone organique à l'azote, la présence de lignine et la proportion des différents isotopes de carbone ont également servi à déterminer les contributions relatives des matériaux organiques terrigènes et marins aux sédiments du golfe St Laurent. La matière organique déposée dans le fjord de Saguenay et l'estuaire supérieur du St Laurent est surtout d'origine terrigène. La proportion de matière organique terrigène dans les sédiments diminue brusquement dans la zone comprise entre l'embouchure du fjord du Saguenay et la Pointe des Monts, où l'on trouve de plus en plus de matériaux organiques d'origine marine. Les proportions uniformes des isotopes de carbone et les faibles rapports du carbone à l'azote, caractéristiques des valeurs marines, montrent que la matière organique des sédiments du golfe ouvert est presque entièrement authigène. Il y a peu d'indications d'apports terrigènes importants dans le Golfe St Laurent et seulement très près du rivage. Du point de vue des matériaux organiques ajoutés, les influx de matière terrigène n'ont donc qu'une importance locale dans cette région.

R. Pocklington, F. C. Tan, P. M. Strain

Etudes d'isotopes stables. Les valeurs de surface de $\delta^{13}\text{C}$ dans la matière organique en suspension du golfe ouvert du St Laurent et à l'extérieure de celui-ci se sont avérées compatibles avec les valeurs de $\delta^{13}\text{C}$ du plancton produit aux températures de la zone euphotique locale. Des valeurs plus élevées ont été enregistrées pour les échantillons de surface de l'embouchure de l'estuaire du St Laurent; celles-ci sont probablement liées à la demande accrue de carbone pendant les périodes de haute productivité biologique. Dans les échantillons profonds, les valeurs étaient plus faibles, probablement en raison des changements intervenus dans la composition des isotopes de carbone au cours de la dégradation biologique de la matière organique. On a constaté l'existence d'une différence significative (de 2 à 6 pour mille) entre la proportion remarquablement uniforme des isotopes du carbone organique ($-22,4$ pour mille) des sédiments de surface et la proportion des isotopes de la matière organique en suspension près du fond. Par contre les valeurs $\delta^{13}\text{C}$ de la couche de surface sont généralement plus proches de celles des sédiments surficiels. Ceci semble indiquer que la matière organique des eaux de surface est une source plus importante que les matériaux proches du fond pour le carbone organique sédimentaire. Plusieurs observations de grands gradients verticaux de $\delta^{13}\text{C}$ dans les matériaux organiques des eaux profondes révèlent la présence de matériaux organiques revenus en suspension 30 à 50 mètres au-dessus de l'interface sédiments-eau.

Des échantillons d'eau de surface du fjord du Saguenay et de l'estuaire supérieur du St Laurent ont été analysés pour déterminer les valeurs de $\delta^{13}\text{C}$, de CO_2 total et de $\delta^{18}\text{O}$. Dans le fjord du Saguenay les concentrations de $\delta^{13}\text{C}$ du CO_2 dissous total varient de $-10,9$ pour mille et $3,6$ ml par litre près de la tête du fjord à $0,4$ pour mille et $30,3$ ml par litre à l'embouchure. L'estuaire supérieur du St Laurent a des valeurs de $\delta^{13}\text{C}$ de $19,8$ à $37,6$ ml par litre. Le $\delta^{13}\text{C}$, le CO_2 total, le $\delta^{18}\text{O}$ et les répartitions de salinité mesurés ont été comparés à un modèle de mélange dans lequel rien ne se perd [conservative mixing model]. L'excellente concordance entre les valeurs mesurées et prédites de $\delta^{13}\text{C}$ dans le fjord de Saguenay indique que

les rapports des isotopes de carbone se comportent de manière conservative. Dans l'estuaire supérieur du St Laurent, la concordance beaucoup moins marquée donne à penser que s'y déroulent des phénomènes *in situ* d'une certaine importance mettant en jeu le CO₂ dissous. La suggestion selon laquelle on pourrait obtenir les paléotempératures des estuaires en extrapolant aux conditions marines les courbes obtenues en mesurant les valeurs de $\delta^{13}\text{C} / \delta^{18}\text{O}$ des carbonates de coquilles en eau douce, semble donc prêter à contestation.

F. C. Tan, P. M. Strain

Etudes de géochronologie récente. Plusieurs radionuclides qui sont présents à l'état naturel peuvent servir de traceurs géochimiques pour mesurer les temps de résidence et les taux de sédimentation océaniques. On a utilisé des mesures de ²¹⁰Pb (demie-vie de 22,3 ans) et de ²²⁶Ra pour mesurer les taux de sédimentation et les géochronologies dans les carottes de sédiments prélevées dans le fjord du Saguenay dans l'est du Québec. Ce travail de détermination de la date des sédiments montre que le taux d'accumulation des sédiments diminue avec l'augmentation de la distance de l'embouchure du Saguenay, de 8 cm par an près de la tête du fjord à 0,2 cm par an dans le bassin intérieur profond, ce qui indique nettement que le fleuve avec son contenu élevé de particules de matière en suspension est la source principale de dépôt de sédiments dans le fjord.

Le flux sédimentaire global dans le fjord de Saguenay est de l'ordre de $5,1 \times 10^5$ tonnes par an et près de la moitié de ces matériaux sont déposés dans les eaux peu profondes des six kilomètres carrés supérieurs du fjord. Des sédiments anoxiques, non dérangés et une sédimentation rapide ont créé à la tête du fjord un milieu très spécial dont l'histoire peut être retracée en détail. Notamment les effets du grand glissement de terrains qui s'est produit à St Jean Vianney en mai 1971 sont très nets dans les structures sédimentaires près de la tête du fjord. Les géochronologies de ²¹⁰Pb établies pour ces carottes concordent avec la stratigraphie temporelle estimée d'après les profils de pollen et d'isotope de césium dans les sédiments. Des dates de dépôt correspondant à la première apparition de niveaux élevés de mercure dans les sédiments vont des années 1940 au début des années 1950, ce qui est compatible avec la conviction que la source d'une grande partie du mercure du fjord est une usine de chloralcali située à Arvida qui est entrée en fonctionnement en 1947.

D'autres travaux géochronologiques au ²¹⁰Pb ont été effectués dans les sédiments de la baie St Georges en Nouvelle Ecosse dans le cadre d'un programme visant à déterminer les changements intervenus dans les taux et les modes de sédimentation par suite de la construction de la digue de Canso en Nouvelle Ecosse.

J. N. Smith

Etudes des eaux côtières et de l'océan profond

Etudes de substances nutritives. Des données sur les substances nutritives ont été recueillies en 1976, 1977 et 1978 au cours d'études de l'océanographie physique de la mer du Labrador entreprises par la Division de la circulation océanique de LOA. Ces études incluaient la formation des cellules de refroidissement hivernal des eaux profondes et le courant du Labrador. Des coupes transversales de nitrate prises dans le courant du Labrador montrent

qu'il y a entraînement du nitrate vers les eaux de surface le long de la côte du Labrador.

Les données sur les substances nutritives (nitrates, phosphates, silicates) recueillies par l'expédition du CSS *Hudson* dans l'Arctique en 1977 ont été en partie analysées. Le résultat le plus intéressant jusqu'à présent a trait à la giration occidentale dans l'océan arctique. L'océan arctique se caractérise par une couche de surface épaisse d'environ 200 mètres. Les eaux de la mer de Bering et les eaux de l'Atlantique nord, qui sont les principaux contributeurs aux eaux de surface de l'Arctique, ont des concentrations de silicates nettement différentes. Alors que les eaux arctiques de surface sont généralement un mélange de ces deux espèces d'eau, nous avons constaté que l'écoulement hors l'Arctique au-dessus des seuils de détroit de Lancaster et du détroit de Fram a des concentrations de silicate beaucoup plus élevées que l'écoulement par le détroit de Smith et le détroit du Danemark. Ces résultats sont compatibles avec la configuration de la circulation en surface de la giration occidentale, qui doit s'étendre jusqu'à des profondeurs au moins aussi grandes que celles des seuils des détroits de Lancaster et de Fram. Etant donné que les concentrations de silicate sont très similaires dans les détroits de Fram et de Lancaster, il semblerait que la giration occidentale doive s'étendre à l'est au moins jusqu'au chenal de Peary dans les îles de la Reine Elisabeth mais pas jusqu'à la mer de Lincoln dont une partie s'écoule par le détroit de Smith. Les concentrations encore plus faibles de silicates dans le détroit du Danemark indiquent peut-être l'existence d'un brusque gradient est-ouest d'eau de la mer de Bering dans le bassin eurasiatique; ou bien il se pourrait, qu'en raison peut-être du seuil plus profond du détroit de Danemark, elles reflètent un assez mauvais mélange des eaux de surface avec les eaux profondes. Les concentrations de substances nutritives dans le reste de l'Arctique oriental sont encore à évaluer. Les résultats obtenus en 1977 dans la baie de Baffin, qui ont été complétés en 1978, devraient permettre d'améliorer notre compréhension de ces eaux encore relativement inexplorées.

A. R. Coote, E. P. Jones

Etudes de métaux à l'état de traces. La répartition du fer, du manganèse, du cobalt, du nickel, du cuivre, du zinc et du cadmium dans la baie Baffin a été étudiée à l'aide d'échantillons recueillis au cours d'une expédition faite en 1977. Des techniques ont aussi été mises au point pour l'analyse de l'aluminium et du chrome afin d'augmenter les données de composition déjà obtenues. Les résultats préliminaires indiquent que chacune des grandes masses d'eau de la région a une composition de traces métalliques caractéristique. On n'a pas relevé d'augmentation de la concentration métallique avec la profondeur; on a observé de telles augmentations pour le nickel, le cuivre, le zinc et le cadmium dans d'autres eaux pélagiques et on pense qu'elles sont liées à l'absorption et à la régénération biologiques. Au centre de la baie de Baffin les concentrations métalliques restent constantes dans toute une colonne d'eau de 2.300 mètres de profondeur. D'autres échantillons d'eau de mer, de glace de mer et de glace de glacier ont été recueillis en 1978 et on espère arriver un jour à établir le tableau des métaux à l'état de traces pour la baie Baffin.

Des travaux précédents sur les temps de résidence des métaux à l'état de traces dans l'océan profond nous ont amenés à nous intéresser aux agents de la sédimentation métallique océanique. Beaucoup pensent que le transport vertical des métaux dans l'océan se fait par la voie de particules relativement

grosses qui se déposent rapidement sur le fond de l'océan. Les particules possibles incluent les boulettes fécales et les débris exosquelettaux; mais, comme il est difficile d'échantillonner de façon sûre des particules aussi grosses avec des bouteilles à renversement, on dispose de très peu de données relatives aux flux de tels matériaux. Nous avons récemment recueilli des échantillons de matériaux en particules dans l'Atlantique nord profond en utilisant à la fois des échantillonneurs à grand volume et des traits de filet à plancton à mailles fines. Les résultats serviront à déterminer les concentrations de particules fines et de grosses particules dans ce milieu ainsi que les taux de sédimentation et les compositions des grosses particules biogéniques. On espère arriver à identifier les hôtes les plus importants de la sédimentation des métaux dissous, et en particules dans le bassin de l'Atlantique nord.

J. Campbell, P. A. Yeats, J. M. Bowers

Etudes de zones d'upwelling. La transformation de la matière organique dans l'eau de mer est difficile à étudier dans la plupart des milieux marins parce qu'il s'agit de concentrations très faibles et parce que les taux de réaction dans l'océan ouvert sont lents par rapport aux phénomènes physiques de transport dans la zone d'étude et hors de celle-ci. Une zone d'upwelling constitue un excellent système dans lequel surmonter ces problèmes. Dans ces zones les composés organiques sont biosynthétisés en grandes quantités et sont soumis à une oxydation dans la colonne d'eau et à une réduction dans les sédiments. Les taux de diagénèse y sont donc suffisamment rapides pour qu'on les observe et les différences de transformation et les interactions dans différentes

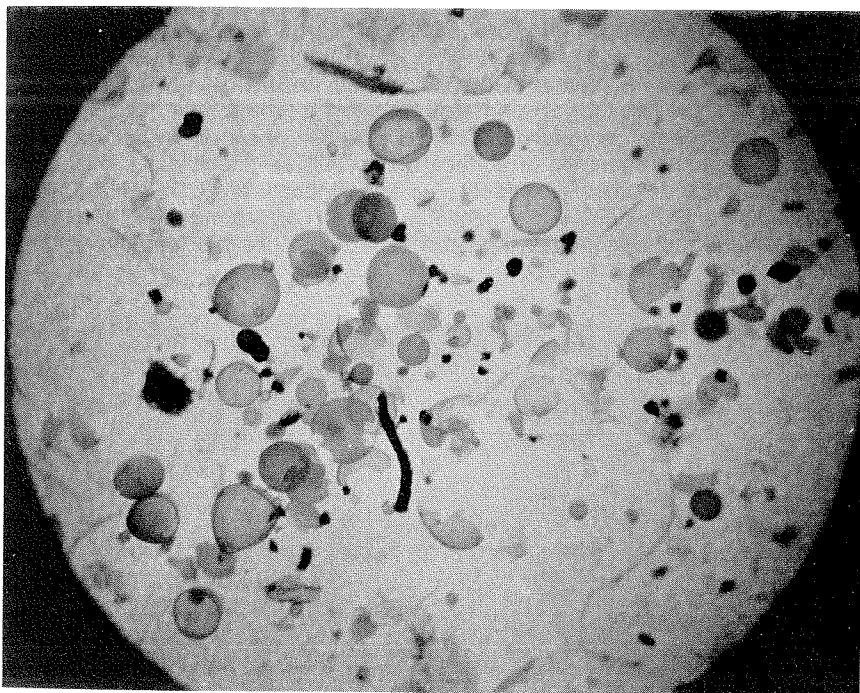


Photo au microscope de matière en particules récoltée dans l'océan atlantique à une profondeur d'environ 2.000 mètres. (grossie 60 fois)

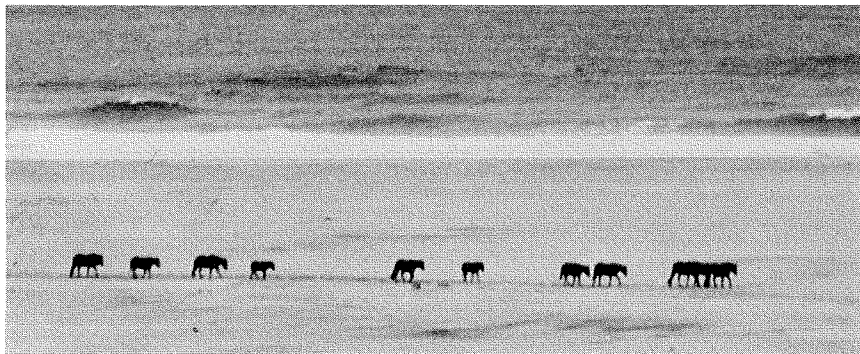
conditions de réduction/oxydation peuvent y être étudiées dans une zone géographique restreinte.

Durant l'expédition du CSS *Baffin* au Pérou nous avons étudié la concentration de matière organique en particules dans la colonne d'eau et déterminé en gros sa nature chimique. Dans la couche mélangée par le vent, jusqu'à 90% de la matière organique en particules est du phytoplancton. La détermination du carbone organique (rapport carbone/azote) et d'autres analyses confirment que la matière organique en particules est une nourriture qui convient aux larves d'anchois. Nous avons analysé des sous-échantillons de sédiments de fond pour étudier leur contenu de matière organique accumulée et avons constaté que celle-ci est surtout d'origine marine. Les périodes d'El Niño (renversement temporaire du courant prédominant coulant vers le nord) ne se manifestaient pas par une sédimentation discontinue ni par la présence de matière organique terrigène. L'enregistrement géologique de la matière organique dans les sédiments de surface reflète l'histoire de la production organique dans la colonne d'eau située au-dessus d'eux et devrait donc correspondre à la survie des classes d'âge d'anchois. Nous avons mesuré les concentrations d'hydrocarbures halogénés dans les sédiments de surface afin de déterminer les niveaux régionaux de seuil. Nous n'en avons trouvé aucune qui dépasse ce niveau.

R. Pocklington, J. D. Leonard

Echanges frontaliers océan-atmosphère

Flux de bioxyde de carbone. Les données recueillies à l'île de Sable au cours de l'été 1976 ont été analysées au cours de la période passée en revue. Il a été démontré pour la première fois qu'on pouvait mesurer directement les échanges de CO_2 à l'interface air-mer en employant la méthode de corrélation des tourbillons [eddy correlation method]. Le flux mesuré au cours d'une période de réchauffement de la surface de l'océan se situait dans la gamme des valeurs précédemment estimées pour les échanges de CO_2 entre l'océan et l'atmosphère (1 micromole par centimètre carré par seconde). Au cours des analyses nous nous sommes aperçus que nous devions corriger le flux



Vue de l'île de Sable en Nouvelle Ecosse avec au premier plan les poneys indigènes de l'île. C'est à l'île de Sable qu'a eu lieu une expérience de mesure des flux de gaz carbonique, en 1976 et en 1978. (IOB 5050-211)

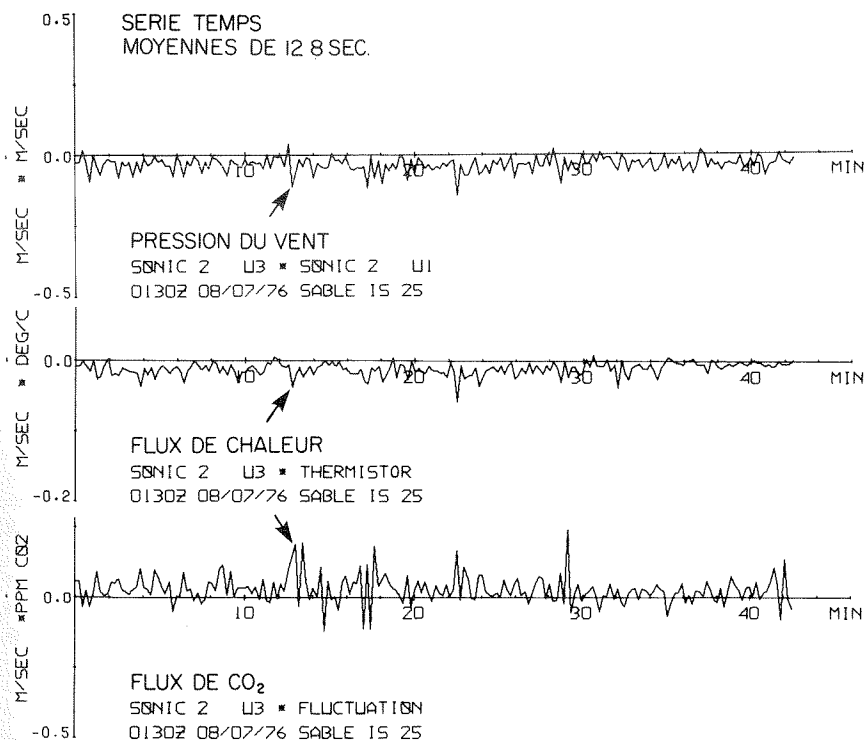
apparent mesuré le CO₂ en raison des fluctuations de la densité de l'air associées à un flux de chaleur; ce qui a entraîné une étude théorique séparée.

Un des principaux buts de ce travail est de mettre le flux mesuré de CO₂ en corrélation avec des paramètres de milieu tels que la vitesse du vent. Pendant l'expérience de 1976 les vents étaient en général constants et assez faibles. Une expérience réalisée au cours de l'automne 1978 devrait procurer des résultats correspondant à des vitesses de vent beaucoup plus élevées et dans des conditions différant aussi à d'autres égards de celles de l'expérience précédente.

E. P. Jones

Apports de substances chimiques dûs aux précipitations atmosphériques.

Nous avons commencé à étudier les apports, d'une part de composés organiques d'origine naturelle ou anthropogène, d'autre part de métaux à l'état de traces, dans les eaux côtières, en provenance de l'atmosphère sus-jacente. Des mesures préliminaires des flux de métaux à l'état de traces au cours d'orages isolés ont déjà été faites. Les résultats montrent qu'à mesure que se



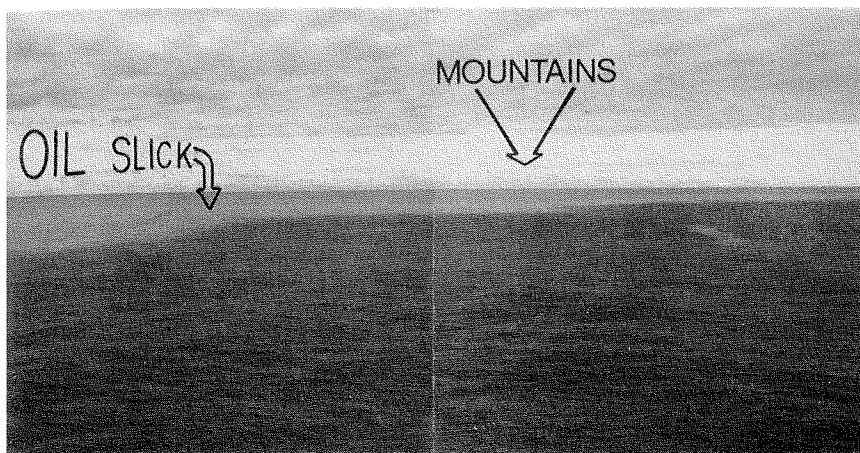
Les phénomènes représentés par chacune des courbes sont en rapport les uns avec les autres - voir par exemple les sommets indiqués par les flèches. Le rapport des fluctuations de concentration de gaz carbonique avec la vitesse verticale du vent donne le flux de gaz carbonique; le rapport des fluctuations de température avec la vitesse verticale du vent donne le flux de chaleur; et le rapport interne des fluctuations de vitesse verticale du vent donne la pression du vent. (IOB 4520)

déroule un épisode de précipitations, les concentrations en métaux diminuent, probablement par suite d'une réduction de concentration des composants lavés par ces précipitations. Nous sommes en train de mettre au point des méthodes permettant d'obtenir des échantillons de l'ensemble des précipitations ainsi que des échantillons de précipitation sèche en particules et de précipitation aqueuse d'un épisode isolé. On s'attachera particulièrement aux composés organohalogènes des précipitations humides et sèches car l'atmosphère est probablement une voie essentielle de transport de ces matériaux. Le but de ce travail est d'estimer l'importance relative du transport atmosphérique, par rapport à la décharge des fleuves, dans l'introduction de substances chimiques dans les eaux côtières et d'arriver à mieux comprendre le mécanisme de transport des produits chimiques en particules.

Etudes de pollution

Suintements pétroliers de l'Arctique oriental. Nous avons fait au cours de l'été 1977 une expédition dans la baie de Baffin, le détroit de Lancaster, le détroit de Jones et le détroit de Smith pour prolonger nos recherches sur les résidus pétroliers de l'Atlantique nord dans les régions arctiques. Le niveau général de seuil dans la colonne d'eau de cette région était de 0,46 microgrammes par litre mais des concentrations notablement plus élevées ont été relevées dans l'anse de Scott, à l'entrée du détroit de Lancaster et près de Resolute. Ces dernières pourraient être d'origine anthropogène mais il y a de fortes raisons de penser que la source principale de résidus pétroliers dans les autres zones est le suintement naturel de pétrole du fond de la mer. Les concentrations dans la microcouche de surface étaient généralement environ dix fois plus élevées que dans la colonne d'eau mais, dans les zones de suintement, les concentrations de surface étaient souvent plus élevées de plusieurs ordres de grandeur. Au cours de cette expédition on a réussi à effectuer à bord des analyses par chromatographie gazeuse pour la détermination des valeurs d'hydrocarbures à faible poids moléculaire (C_1-C_6). Le méthane est présent partout dans les eaux de mer, mais dans la zone de suintement à l'anse de Scott les concentrations étaient beaucoup plus élevées que le niveau général de seuil et il y avait une beaucoup plus grande variété d'hydrocarbures.

Une deuxième expédition dans l'Arctique a été organisée en 1978, spécialement pour étudier de façon plus détaillée les zones de suintement, déterminer l'emplacement des sources de suintement, acquérir une connaissance plus détaillée de la nature chimique des matériaux de suintement et obtenir une première évaluation des effets des suintements sur la faune et la flore marines. Cette région constitue un laboratoire naturel unique pour l'étude des effets sur les organismes arctiques d'une exposition de longue durée au pétrole dans des conditions arctiques. Bien que de nombreux échantillons d'eau, de sédiments et d'organismes aient été recueillis en vue d'analyser les hydrocarbures légers et les résidus lourds, nous n'avons pu en raison du mauvais temps prélever d'échantillon du matériau même de suintement pour effectuer des analyses chimiques détaillées; mais un tel échantillon a été prélevé ultérieurement par le Centre géoscientifique de l'Atlantique. Les analyses faites à bord ont de nouveau révélé des concentrations anormalement élevées d'hydrocarbures légers dans la zone de l'anse de Scott, et les résultats préliminaires d'étude des taux de respiration, de nutrition et d'excrétion du zooplancton indiquent que, même aux faibles niveaux de composants dérivés du pétrole que l'on trouve dans l'anse de Scott, il y a des effets sur ces



Photomontage de la nappe de pétrole de l'anse de Scott prise à bord du CSS Hudson à environ 42 kilomètres au large, en regardant vers l'île Baffin. Les montagnes qu'on voit à l'arrière-plan ont de 1.200 à 1.500 mètres de haut et sont à environ 16 kilomètres à l'intérieur des terres. (IOB 4557-35, 34)

processus vitaux. On a observé des zones de niveaux de concentration d'hydrocarbures légers plus élevés que la normale dans le golfe de Buchan, dont la géologie est similaire à celle de l'anse de Scott, à l'entrée du détroit de Lancaster et dans la baie de Melville. Il semble probable que des suintements naturels se produisent également dans ces zones. La phase suivante de ce projet visera à définir les composés présents en employant la chromatographie à phase gazeuse et la spectrométrie de masse.

E. M. Levy

Pollution par le pétrole et oiseaux de mer. Nous avons fait une brève étude de l'effet du pétrole sur les oiseaux de mer lorsque de nombreux oiseaux morts ou moribonds sont apparus sur le littoral de la Nouvelle Ecosse à la suite de la marée noire causée par l'*Argo Merchant* au large de Nantucket durant l'hiver 1976-77. Plusieurs des oiseaux avaient en effet été souillés par le pétrole de l'*Argo Merchant* mais la plupart avaient été victimes de divers incidents locaux. Cette étude a montré qu'une très petite quantité de pétrole peut, quand elle se combine avec des conditions hivernales rigoureuses, déclencher une série de réactions qui entraînent des morts d'oiseaux. Elle a révélé aussi le rapport étroit qui existe entre la composition chimique des cires fabriquées par les glandes uropygiales et les modes de vie des diverses espèces d'oiseaux de mer.

E. M. Levy

Composés organohalogénés. Une série d'environ 60 sédiments prélevés près du rivage des provinces maritimes ont été analysés en vue de déterminer les valeurs de composés organohalogénés. Pour les quantités supérieures au niveau de seuil (10 parts par milliard pour les PCBs, 2 parts par milliard pour l'ensemble des composés DDT), la meilleure corrélation était avec le contenu



La centrale nucléaire de Point Lepreau au Nouveau Brunswick. Maintenant à plus de 60% terminée, cette centrale CANDU de 630 megawatts doit entrer en fonctionnement vers la fin de 1980. (avec la permission de la Commission de l'électricité du Nouveau Brunswick)

organique total des sédiments. Un système de chromatographie en phase gazeuse/spectrométrie de masse a été employé pour confirmer les identifications de composés spécifiques dans ces échantillons, et nous avons l'intention de nous servir de cet appareil pour l'identification d'autres composés.

Il n'a été trouvé aucune trace de PCBs ou de DDT dans les échantillons de sédiments de surface prélevés au cours de l'expédition arctique de 1977.

J. D. Leonard, R. Pocklington

Programme de surveillance de la radioactivité environnementale à Point Lepreau. Une centrale nucléaire de type CANDU de 630 mégawatts est actuellement en construction à Point Lepreau au Nouveau Brunswick; elle doit entrer en fonctionnement en 1980 ou 1981. C'est le premier réacteur nucléaire situé sur une côte canadienne et les décharges de débris à faible radioactivité se feront principalement dans la mer. Un programme de surveillance de l'environnement a été mis en oeuvre pour évaluer les effets des types d'émissions suivants: (1) les émissions thermales résultant de la décharge d'eau de mer utilisée comme refroidissant à des températures élevées; (2) les biocides au cas où ils seraient utilisés pour réduire l'encrassement dans le système de refroidissement; et (3) les isotopes radioactifs libérés par les cheminées et dans les eaux de refroidissement.

La surveillance de la radioactivité se fera sur des échantillons marins, atmosphériques et terrigènes prélevés au voisinage du site du réacteur. Les analyses de ces échantillons se feront dans le laboratoire de faible radioactivité de l'IOB. Au cours de la phase du programme de surveillance précédant l'entrée en fonctionnement, qui va jusqu'en 1980, on mesurera les niveaux de seuil de la radioactivité et d'autres valeurs normales de variables de l'environnement. Les résultats de surveillance obtenus après l'entrée en fonctionnement du réacteur seront comparés aux conditions précédentes afin de déterminer l'effet de la centrale sur l'environnement.

J. N. Smith

Océanographie côtière

Notre division étudie les phénomènes physiques le long des côtes est du Canada, de la frontière américano-canadienne à l'Arctique oriental, y compris les anses, baies et golfes. Une grande partie de notre travail vise à répondre aux questions des services de gestion des pêches, de contrôle de la pollution et d'aménagement côtier. Les projets sont souvent interdisciplinaires et comportent des études menées conjointement avec d'autres groupes de l'Institut et de l'extérieur.

Les recherches se sont poursuivies en 1977/78 dans la région du golfe St Laurent avec une étude intensive du courant de Gaspé et le début d'un programme à long terme d'amarrages de courantomètres dans l'auge laurentienne. Nos travaux sur l'immersion des déchets en mer se sont également poursuivis et une grande étude de la dynamique des sédiments de l'estuaire de St John au Nouveau Brunswick est presque achevée. La phase d'observation sur le terrain de l'étude de la dynamique du rebord du plateau Scotian se termine; une étude du mouvement de l'eau du plateau Scotian vers le golfe du Maine a été mise en route dans la zone du Cap Sable. Nous coordonnons notre système de conservation et de récupération de données avec le Service des données sur le milieu marin (SDMM) d'Ottawa. Un programme d'étalonnage de nos courantomètres enregistreur en laboratoire et sur le terrain a permis de déceler et d'éliminer diverses sources d'erreur.

Les principaux chercheurs ont résumé leurs activités en 1977/78 dans les pages suivantes.

C. S. Mason

Etudes de zones côtières

Rivière au Tonnerre. A la demande du Service des ports pour petites embarcations du Ministère des Pêches et de l'Environnement, la division a étudié le problème de l'ensablement de l'embouchure du port de pêche de Rivière au Tonnerre au Québec, sur la rive nord du golfe St Laurent. Sur la base de relevés faits durant l'été 76 et le printemps 77, il a été démontré que l'ensablement résulte de la circulation estuarienne à l'embouchure de la rivière. La couche d'eau salée de la circulation haline emprisonne le sable, empêchant l'eau de la rivière de transporter sa charge de sédiments vers la mer, et, en conjonction avec la dérive littorale, aide au transport de sable de la zone proche de la côte vers l'embouchure de la rivière. Le système est maintenu en équilibre par l'augmentation de la décharge de la rivière à l'automne et au printemps qui chasse l'eau salée de l'anse et avec elle les dépôts de sable. La solution est de créer un champ de courants au bas du chenal de navigation similaire à celui des décharges les plus abondantes de la rivière. Pour le haut-fond extérieur, il est suggéré d'y parvenir par un système de digues et pour le haut-fond intérieur, une modification de la répartition de la décharge par les chenaux de débordement du rebord rocheux surmontant le bassin devrait fournir la profondeur voulue.

H. J. A. Neu, F. Jordan

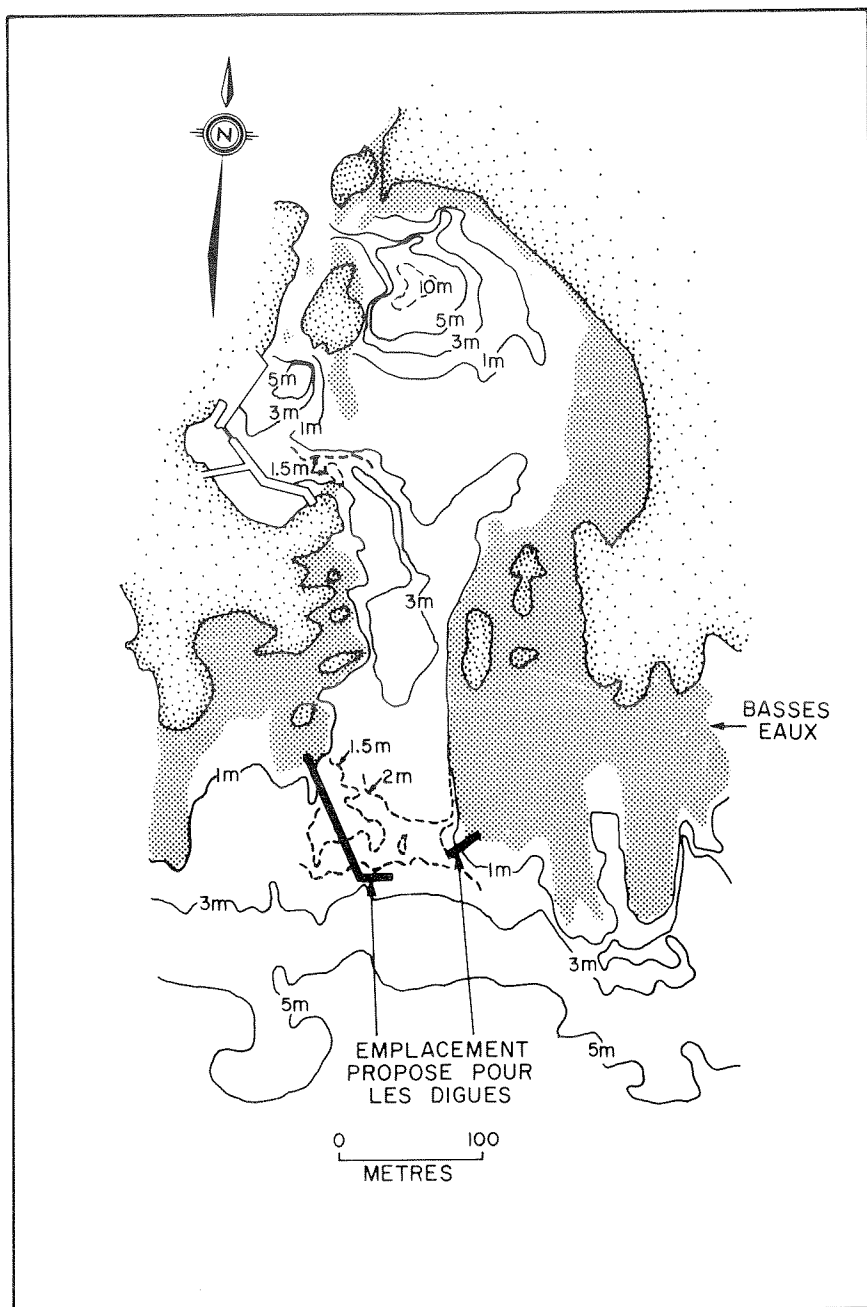


Vue aérienne du port de Rivière au Tonnerre (voir le texte). (IOB 5140-1)

Courant du Labrador. Afin de prévoir d'éventuels mouvements de pétrole, on s'efforce de déterminer le champ de courants et la composition des eaux le long des côtes de l'île Baffin, du détroit de Davis et du Labrador. On s'est servi de photographies prises par satellites pour déterminer le mouvement des glaces et par conséquent la vitesse de la couche de surface. Cette dernière varie de 0,1 à 0,3 mètres par seconde le long de la côte de l'île Baffin et de 0,3 à 0,6 mètres par seconde le long de la côte du Labrador. Dans le détroit de Davis, sa direction et sa force varient beaucoup. Une analyse des données disponibles jusqu'en 1976 indique nettement que l'eau douce joue un rôle important dans la composition de l'eau de cette zone et dans la formation de ces courants côtiers. Il y a deux principaux apports d'eau douce dans ces eaux: l'un est saisonnier avec une pointe d'au moins 0,5 sverdrup en juin et juillet; et l'autre est à peu près continu et de même volume que la pointe saisonnière. Ce dernier apport est probablement de l'eau douce en provenance de la couche de surface de l'Océan arctique car le courant du Groenland occidental ne saurait à lui seul en rendre compte; et le premier apport est l'écoulement saisonnier de la zone de drainage de l'archipel arctique, de l'île Baffin et de la baie d'Hudson.

H. J. A. Neu

Terminal de gaz naturel liquéfié de Tiner Point. Il a été proposé de construire à Tiner Point, près du port de Saint Jean au Nouveau Brunswick, un terminal pour le gaz naturel liquéfié là où il avait été précédemment suggéré de construire deux terminaux pétroliers en eau profonde. Comme il l'avait fait pour les deux projets précédents, l'IOB a examiné l'environnement du site du point de vue de ce type d'opération et a de nouveau conclu que les forces à l'oeuvre dans cette zone, notamment celles des courants et des vagues, sont beaucoup plus importantes que le présupposent les plans de construction et de fonctionnement du terminal. Il s'ensuit que le projet comporte un facteur de risque élevé.



Améliorations qu'il est suggéré d'apporter au port de Rivière au Tonnerre (voir le texte).
 (IOB 5140-1)

Le rapport contenant ces conclusions a été présenté à l'audience parlementaire tenue à Washington sur les importations de gaz naturel liquéfié aux Etats-Unis en provenance de Tiner Point, et a été défendu à l'audience du Conseil national de l'énergie à Saint Jean en 1977.

H. J. A. Neu, P. E. Vandall

Régularisation des eaux douces. Les estuaires, les baies et les plateaux continentaux sont parmi les régions du monde les plus fertiles et les plus productives. Une des raisons en est l'apport d'eau douce en provenance du ruissellement terrestre, qui, lorsqu'il pénètre dans l'océan, y provoque un mélange et un entraînement des eaux profondes riches en substances nutritives dans la couche de surface. Dans des régions tempérées comme le Canada l'apport d'eau douce varie considérablement avec les saisons - il est faible en hiver lorsque les précipitations et le ruissellement sont emmagasinés sous forme de neige et de glace, et énorme au printemps et au début de l'été lorsque celles-ci fondent. Les phénomènes biologiques de la zone proche du rivage et les activités de la zone océanique adjacente sont adaptés à cet influx massif d'eau douce; c'est l'époque de la reproduction et de la première croissance. Modifier cet écoulement saisonnier naturel pour la commodité des hommes constitue une intervention dans l'équilibre physique et biologique de la région côtière. Emmagasiner artificiellement l'écoulement de printemps et d'été pour créer de l'énergie l'hiver suivant doit nécessairement avoir un effet important sur l'environnement océanique.

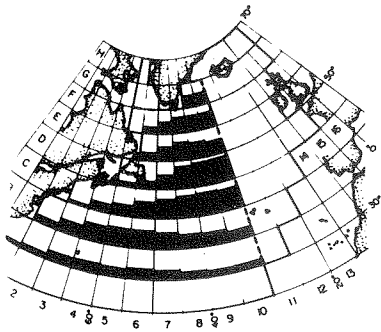
Le Canada est à l'avant-garde du développement de l'énergie obtenue par la retenue des eaux; plus d'une demi-douzaine de lacs de retenue - l'équivalent chacun du lac Nasser en Egypte - ont été construits, et davantage sont prévus. L'écoulement du St Laurent en particulier a été très exploité. Aucun de ces projets de retenue n'a été évalué du point de vue de son effet individuel, ou ce qui est encore pis, de son effet cumulatif sur l'environnement océanique. La 'crise' de l'énergie renforce la demande pour de nouveaux systèmes de retenue. Etant donné qu'il apparaît nettement que la régularisation des eaux douces est l'un des changements les plus importants que l'homme puisse imposer à la nature, on peut vraiment se demander s'il est sage d'accroître la capacité de retenue artificielle.

H. J. A. Neu

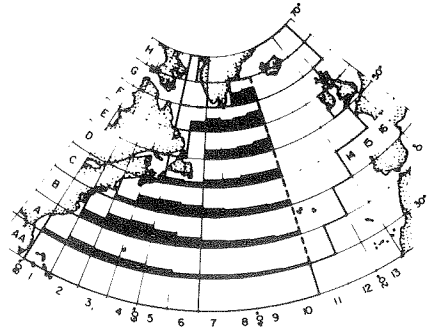
Etudes de climat de vagues

Les vagues sont importantes dans presque toutes les phases de l'activité des océans et leur connaissance est de plus en plus nécessaire à la gestion future des ressources des océans. C'est pourquoi on a mis au point un 'climat de vagues' qui décrit l'état de la mer de l'océan atlantique nord de manière rationnelle et compréhensible. Les travaux se poursuivent en vue de perfectionner ce climat de vagues et d'arriver à des analyses plus détaillées.

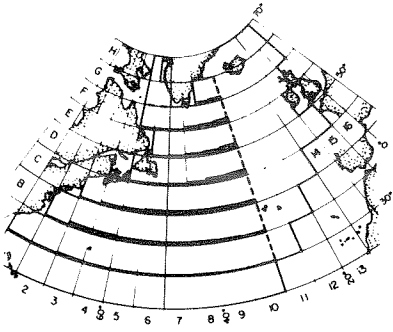
Climat des vagues de l'Atlantique nord. L'état de la mer dans toute la largeur de l'Atlantique nord varie beaucoup avec la saison et l'endroit. Pendant l'hiver l'énergie des vagues est de six à dix fois plus grande que pendant l'été, et dans l'Atlantique central et nord est de quatre à six fois plus grande que dans l'Atlantique ouest. Les plus grandes vagues, qui atteignent de 21 à 24 mètres de hauteur, se produisent près de la côte ouest de l'Irlande. Si l'on se réfère à la hauteur des vagues, il y a de deux à douze fois plus d'activité de vagues



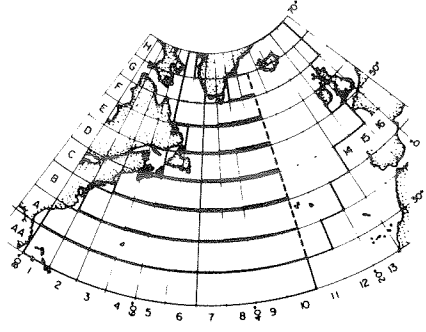
JANVIER



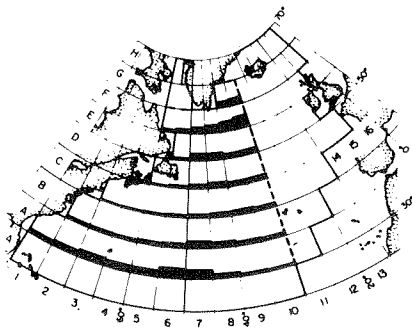
MARS



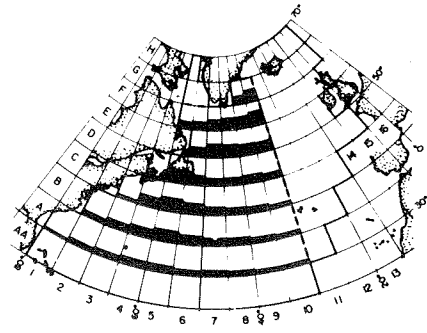
MAI



JUILLET

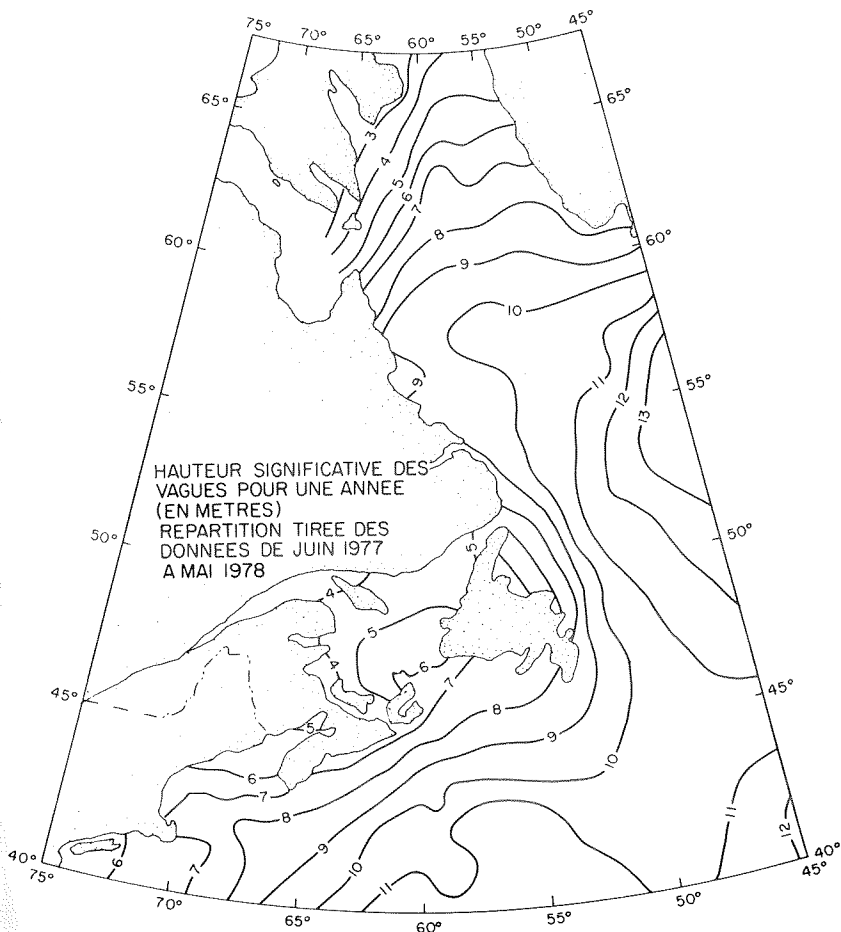


SEPTEMBRE



NOVEMBRE

*Niveaux représentatifs d'énergie des ondes dans l'océan atlantique nord (voir le texte).
(IOB 3046)*



Les plus grandes hauteurs annuelles de vagues significatives dans l'océan atlantique. (JOB 5094-2)

dans la partie nord-est de l'océan que dans les parties ouest et sud. Les statistiques de probabilité à long terme indiquent que la hauteur maximale de vague prévue en termes de travaux côtiers ('design' wave ou '100-year' wave) varie de 14 à 25 mètres le long de la côte est de l'Amérique du nord et de 28 à 38 mètres le long des côtes d'Europe.

Climat des vagues des côtes canadiennes. L'intérêt croissant que portent les compagnies pétrolières et les services gouvernementaux aux eaux septentrionales canadiennes, en particulier à la mer du Labrador, au détroit de Davis et à la baie Baffin, nous incite à poursuivre des études pour définir de façon plus détaillée le climat de vagues de ces régions. Le diagramme montre le résultat d'une analyse des données de 1976-1977. Les plus grandes hauteurs annuelles de vagues significatives dans le golfe St Laurent se situaient entre 3,5 et 6 mètres, dans la baie de Fundy et le golfe du Maine entre 5 et 7 mètres, le long de la côte de Nouvelle Ecosse et de Terre-Neuve entre 7 et 8 mètres et le long de la côte du Labrador à 9 mètres. Dans le détroit de Davis les hauteurs

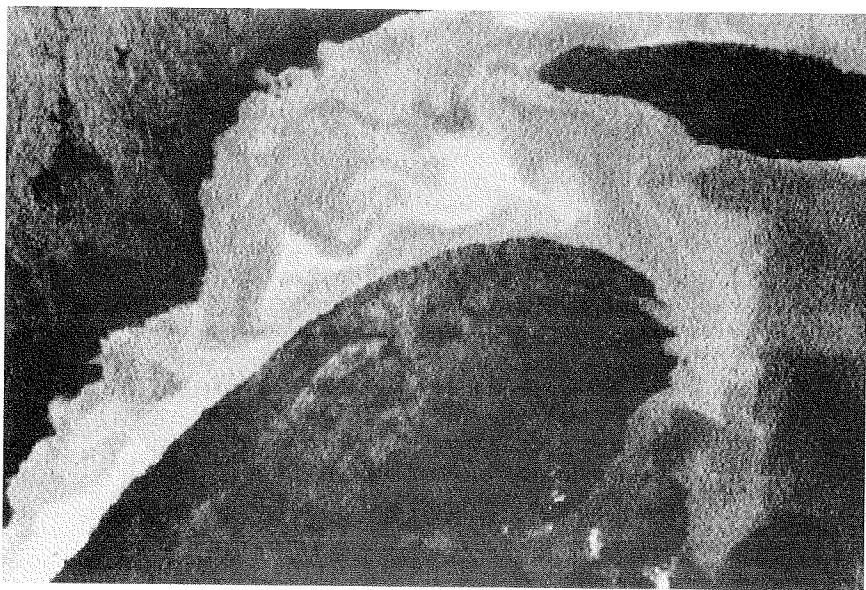
de vagues diminuaient d'environ 7 à 4 mètres. Ces résultats, tout en étant cohérents et tout en concordant avec les recherches précédentes souffrent d'un manque de renseignements. Il faut une base de données d'au moins cinq ans pour déterminer les variations mensuelles et l'effet des glaces.

H. J. A. Neu, R. E. Walker

Projet du courant de Gaspé

Le courant de Gaspé (PQ) est un courant de surface fort et étroit qui coule vers la mer le long de la côte de Gaspé. Sa formation, son oscillation et ses variations saisonnières posent aux océanographes de nombreuses questions intéressantes. Des études biologiques récentes indiquent que la région du courant de Gaspé est peut-être une source locale de production de substances nutritives et un facteur important dans le cycle de vie de certaines populations de poissons de l'ouest du golfe. Afin d'étudier les divers aspects de ce courant, on a organisé en 1978 un programme de recherches sur le terrain comprenant neuf amarrages de courantomètres et deux levés hydrographiques, l'un en juin et l'autre en septembre. L'université de Québec à Rimouski a participé à ce projet et placé quatre amarrages dans cette région.

En-dehors des buts scientifiques, ce programme visait aussi à évaluer le fonctionnement et à déterminer l'exactitude des résultats de divers types de courantomètres. Pour ce faire on a mis en place deux courantomètres de type penchant et deux courantomètres à vecteur moyen ainsi que d'autres compteurs Aanderaa. Des étalonnages en laboratoire et *in situ* des cellules de



Photographie du St Laurent dans le secteur de la côte de Gaspé prise par le satellite NOAA-5. Les zones plus claires indiquent les eaux plus froides, les zones plus sombres les eaux plus chaudes.

conductivité, des rotors et des thermistors des compteurs Aanderaa ont été effectués par l'atelier de la division.

L'analyse préliminaire des données indique qu'il existe une variabilité d'échelles de temps à éventail très ouvert dans le courant de Gaspé et les eaux sous-jacentes. Les caractéristiques de température et de salinité changent parfois complètement au cours d'une période d'un ou deux jours. Une analyse de corrélation sera effectuée pour déterminer la cause et l'échelle espace-temps de tels épisodes. Les photographies prises quotidiennement aux infra-rouges par le satellite NOAA-5 ont fourni des renseignements sur la variabilité à une plus grande échelle de distance. Les photos de ce satellite révèlent fréquemment une structure surprenante en forme de vague le long de la côte (voir figure); ce qui contredit la notion que le courant de Gaspé est un jet côtier relativement stable qui colle à la côte de Gaspé tout au long de son cours. Ce mouvement ondulatoire est probablement dû à l'instabilité de la même façon que celle-ci fait sinuer le Gulf Stream.

C. L. Tang

Etudes théoriques

Stabilité des courants dans les eaux côtières. On trouve rarement des courants stables dans les eaux côtières. Ceci est dû en partie à la nature intrinsèquement instable de tout écoulement stratifié à cisaillement. Il y a deux principaux types d'instabilité: l'instabilité baroclinique et l'instabilité Kelvin-Helmholtz. On pense généralement qu'elles se produisent à des échelles de distance très différentes. En fait dans les eaux peu profondes il y a une gamme continue de longueurs sur lesquelles peuvent se développer de petites perturbations. Nous avons étudié analytiquement la transition d'un type d'instabilité à un autre en fonction des variations du nombre de Richardson. Les résultats montrent le rôle important que jouent les vagues inertielles, ainsi que l'apparition d'un type d'instabilité mélangée qui a des caractéristiques de structure distinctes.

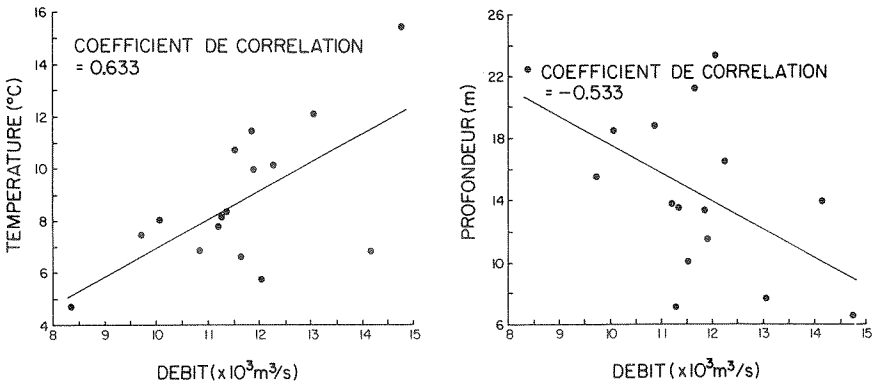
Formation de vagues inertielles. Les oscillations inertielles de l'océan sont généralement attribuées à l'effet de vents. On a relevé toutefois, dans les enregistrements des courantomètres placés dans le golfe St Laurent, des exemples où des poussées d'oscillations inertielles n'étaient pas liées à des épisodes de vent. Afin d'expliquer cette observation, on s'est servi d'un modèle à deux couches pour étudier le mécanisme de formation des vagues inertielles. On a constaté que les courants temporaires non-géostrophiques pouvaient engendrer des oscillations inertielles aussi efficacement que la pression des vents.

Tourbillons et champs de radiation dans l'océan. Nous avons examiné de façon théorique à l'aide d'un modèle analytique le développement dans le temps des tourbillons engendrés par l'instabilité baroclinique et les vagues de Rossby irradiées à partir des tourbillons. Les résultats montrent comment la dispersion des vagues et l'instabilité contrôlent l'évolution des tourbillons. Les vagues de Rossby associées aux tourbillons peuvent se propager à de grandes distances sans être supprimées par l'instabilité baroclinique. Ceci suggère que si les tourbillons sont produits dans le système du Gulf Stream, l'énergie engendrée peut se transmettre à l'intérieur de l'océan sous forme de vagues de Rossby barotropiques.

C. L. Tang

Etudes du golfe St Laurent

Etude de la couche mélangée des hauts-fonds de la Madeleine. Les modifications des décharges d'eau douce produites soit par le climat, soit par la régularisation du régime des rivières en vue d'obtenir de l'énergie électrique, ont un profond effet sur l'océanographie physique de régions telles que le golfe St Laurent. Les résultats de travaux effectués antérieurement par le Laboratoire d'écologie marine semblent indiquer qu'il y a une bonne corrélation entre la décharge du St Laurent et d'une part les captures de poissons commerciaux et d'autre part la température de l'eau.

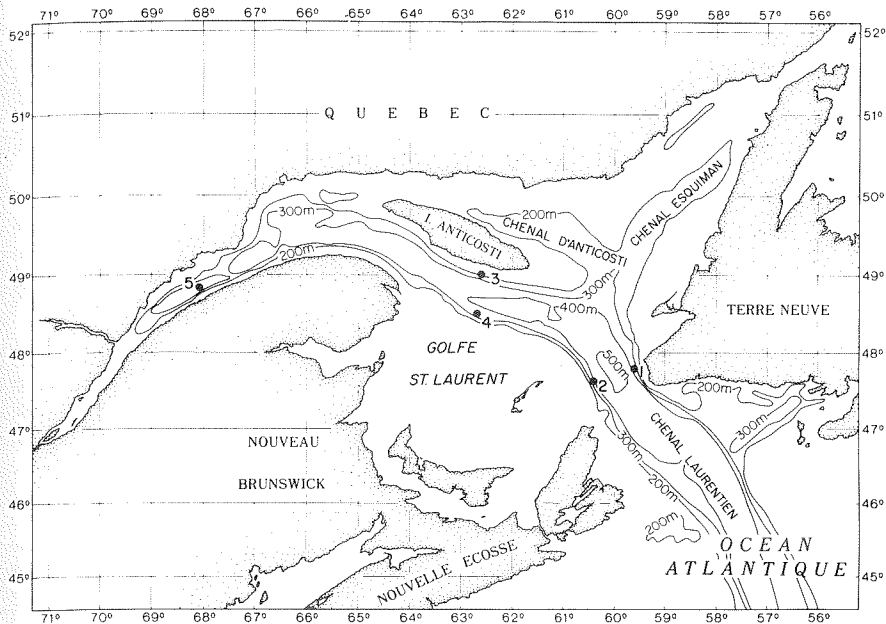


Température et profondeur de la couche mélangée au-dessus des hauts-fonds de la Madeleine, mises en corrélation avec le débit du fleuve en avril. (IOB 5094-1)

Au cours des deux dernières années les données disponibles relatives à la température et à la salinité en provenance du golfe St Laurent ont été rassemblées et analysées afin d'examiner l'effet de la décharge d'eau douce sur la couche mélangée de surface. La figure ci-dessous montre la température et la profondeur moyennes de la couche mélangée au-dessus des hauts-fonds de la Madeleine, d'après les données de bathythermographe pour le mois de juin. Celles-ci sont mises en regard de la décharge d'eau douce pour le mois d'avril. Les données semblent indiquer qu'une décharge d'eau douce accrue amène une stratification plus intense et par conséquent une couche plus chaude de surface moins épaisse. Si l'on ne tient pas compte des trois premiers points de données (de la fin des années 40 et du début des années 50), les corrélations s'élèvent à 0,90 et -0,71 respectivement pour la température et la profondeur.

On s'efforce maintenant d'établir ces corrélations sur une base physique plus ferme, et d'évaluer l'effet de variations du mélange dû au vent et du flux de chaleur, ainsi que de la décharge d'eau douce sur la circulation et la mélange des eaux du golfe St Laurent.

Programme d'amarrages du chenal laurentien. Une des principales caractéristiques de la bathymétrie du golfe St Laurent est le chenal laurentien qui s'étend du plateau continental au sud de Terre-Neuve presque jusqu'à l'embouchure du Saguenay. La profondeur minimum sur cette distance de plus de 1200 kilomètres est d'un peu moins de 300 mètres, ce qui permet à l'eau d'origine océanique de s'étendre loin dans le golfe. Au-dessous d'une profondeur d'environ 200 mètres le chenal contient de l'eau à caractéristiques



Emplacements d'amarrages pour le programme à long terme d'amarrages dans le chenal laurentien. (IOB 5130)

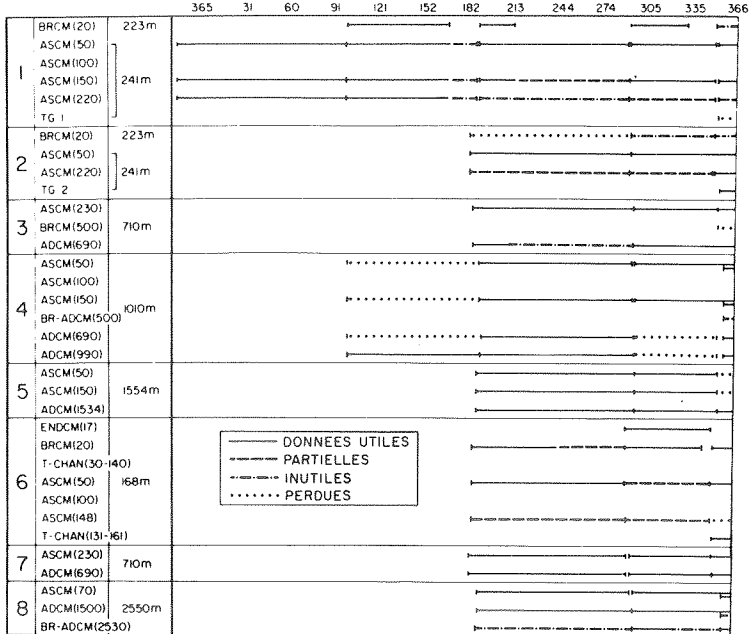
de température et de salinité relativement constantes dont on pense qu'elle est formée d'un mélange d'eaux du Labrador et de la pente. Notre connaissance de la dynamique de ces couches plus profondes est très limitée.

En vue d'examiner leur rôle dans la circulation générale du golfe St Laurent et d'évaluer l'importance des variations annuelles de la décharge d'eau douce et de la pression des vents sur leur mouvement, cinq courantomètres équipés de détecteurs de température et de salinité ont été mis en place à l'automne 1978, comme l'indique la carte suivante. Les emplacements d'amarrage ont été choisis sur la base des données anciennes disponibles et des risques que les activités de pêche font courir aux amarrages. Il est prévu de maintenir ces amarrages pendant au moins un an.

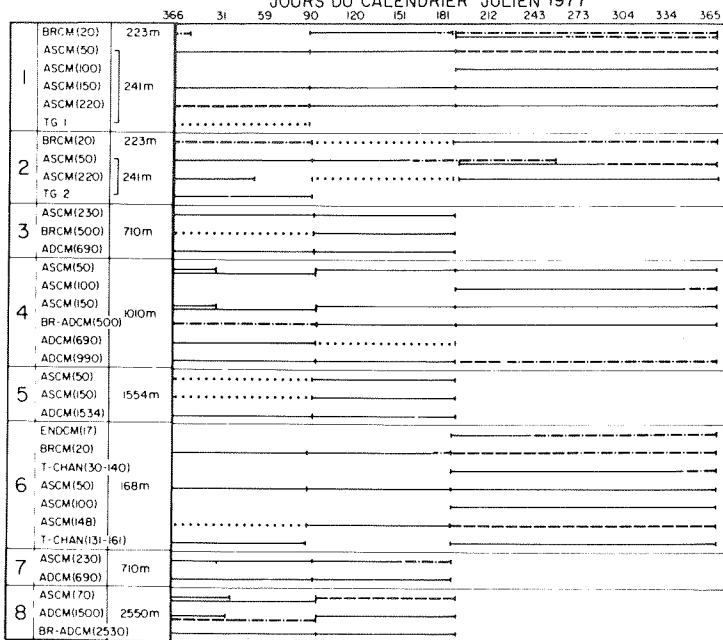
G. Bugden

Modes normaux dans le golfe St Laurent. Pour tout bassin de forme arbitraire, la fréquence et la forme des ondes de ses modes de résonance peut être considéré comme une propriété fondamentale et intrinsèque. On peut distinguer les modes 'rotationnels' et les modes 'gravitationnels' - les premiers doivent leur existence à la vorticité potentielle non perturbée et les seconds dépendent essentiellement du champ de pesanteur de la terre et sont similaires au clapotement de l'eau dans une bassine. Un modèle numérique a été mis au point pour calculer ces modes pour le golfe St Laurent. Dans ce modèle les frontières latérales et la topographie du fond sont représentées sur un quadrillage de neuf minutes par carré sur une projection Mercator. Les calculs ont été faits en traitant le golfe St Laurent comme un système clos, c'est-à-dire que les détroits de Cabot et de Belle-Isle et la Pointe des Monts sont considérés comme fermés, et en cherchant des

1975 JOURS DU CALENDRIER JULIEN 1976



JOURS DU CALENDRIER JULIEN 1977



Données obtenues au cours des expériences sur la dynamique du rebord du plateau continental (les emplacements des amarrages figuraient dans le Rapport bisannuel précédent). BRCM: courantomètre Braincon; ASCM et ADCM: courantomètre Aanderaa; ENDCM: courantomètre Endeco; TG: marégraphe Aanderaa; T-chain: chaîne de thermistors Aanderaa. (IOB 5133-1)

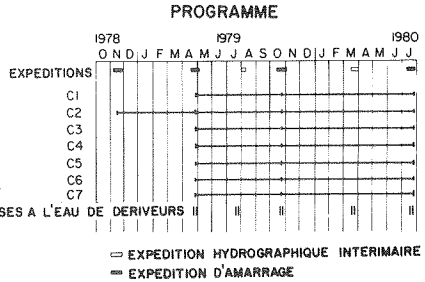
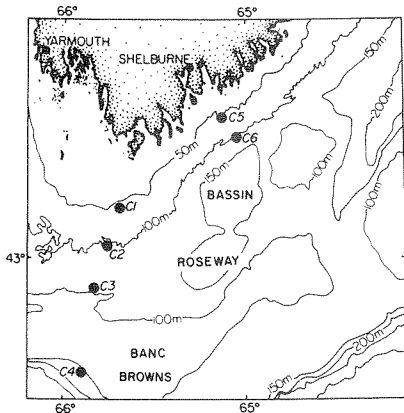
solutions dans un éventail de périodes allant de 6 à 120 heures. Le mode rotationnel le plus lent que l'on ait trouvé avait une période de 51,46 heures; on peut le considérer comme une onde de plateau rotationnelle se propageant le long de l'axe laurentienne. Le mode gravitationnel le plus lent avait une période de 12,03 heures et représente le mode fondamental de la région du détroit de Northumberland.

Pour que soient observées des résonances, l'énergie doit être pompée dans le mode plus vite qu'elle n'est dissipée. Nous examinons actuellement le niveau résiduel de la mer et les enregistrements des courantomètres pour déceler la présence ou l'absence de quelques-uns de ces modes et nous prévoyons d'autres calculs dans lesquels les détroits seraient ouverts.

Estuaire du St Laurent - Courants du triangle de Rimouski. Ce projet visait à déterminer les échelles horizontales et verticales des courants dans l'estuaire inférieur du St Laurent, en fonction de la fréquence. Les courantomètres ont été mis en place en forme de triangle, à intervalles d'environ 6 kilomètres, avec des courantomètres à des profondeurs nominales de 15, 25, 75 et 150 mètres. L'échantillonnage s'est fait à intervalles de 5 minutes pendant 28 jours. Ces données montrent que les mouvements étaient cohérents verticalement dans les 30 mètres supérieurs de la colonne d'eau à des fréquences moindres que semi-diurnales mais n'étaient que marginalement cohérents horizontalement dans la même bande de fréquence. Les échelles de cette bande dans le sens de la longueur du chenal semblent être plus grandes que les échelles dans les



Photographie sur pellicule sensible aux infra-rouges de la température de la surface de la mer, prise par le satellite NOAA-4 le 27 mars 1976 et montrant l'interaction entre le noyau chaud du Gulf Stream et l'eau de surface du plateau. (IOB 4616-22)



Déploiement d'amarrages et programme de l'expérience du cap Sable. (IOB 5133-2)

sens de la largeur. Les données montrent également que les épisodes situés dans la bande d'action atmosphérique d'environ cinq jours sont prédominants dans la variabilité des courants et mènent à la conclusion qu'il faut des données couvrant une période de temps beaucoup plus longue (à savoir au moins deux mois) pour définir les courants moyens.

G. Seibert

L'analyse des premiers enregistrements des courantomètres amarrés a fourni les indications suivantes:

- (1) l'interaction des tourbillons du Gulf Stream avec l'eau du plateau (voir photographie) est un mécanisme important d'injection de sel et de chaleur dans l'eau du plateau;
- (2) les flux de substances nutritives à faible fréquence du rebord du plateau peuvent soutenir les niveaux élevés de productivité primaire que l'on y observe; et enfin
- (3) les flux de sel et de chaleur à faible fréquence fournissent environ 30% des apports annuels de chaleur et de sel à l'eau du plateau.

A l'aide des résultats de l'ensemble du programme, diverses études à long terme seront poursuivies, y compris: (1) une analyse quantitative des mouvements du Gulf Stream, des tourbillons du Gulf Stream et de la limite de l'eau de la pente, d'après les données de température de la surface de la mer; (2) des recherches sur les variations saisonnières des phénomènes de circulation et d'échange au rebord du plateau; (3) une évaluation du rôle de l'action atmosphérique et océanique profonde sur la variabilité du rebord du plateau; et (4) établissement d'un modèle dynamique de circulation à faible fréquence du rebord du plateau.

P. C. Smith, B. D. Petrie

Expérience du cap Sable

Une expérience de 18 mois, qui a débuté en novembre 1978, examine la circulation côtière de l'une des régions les plus productives, au point du vue biologique, de la côte est de l'Amérique du nord - les eaux du plateau continental au large de la côte sud ouest de la Nouvelle Ecosse. Cette

expérience est destinée à: déterminer l'écoulement moyen et saisonnier devant le cap Sable vers le golfe du Maine; étudier le phénomène d'upwelling local; évaluer le rôle des phénomènes atmosphériques et océaniques de circulation et de mélange à faible fréquence; et mesurer la circulation secondaire associée à la formation de fronts par des variations du mélange dû à la marée. Les principaux éléments du programme sont un ensemble d'amarrages, une série de levés hydrographiques saisonniers, et des études de dérive selon la méthode de Lagrange à l'aide d'ancre flottantes suivies par satellite.

P. C. Smith

Etudes de la baie de Fundy

La possibilité d'exploitation de l'énergie marémotrice a suscité un intérêt accru pour la baie de Fundy. Un modèle numérique originellement conçu à Ottawa pour le Conseil d'examen de l'énergie marémotrice a servi à poursuivre l'étude de la baie. Les conditions de courant et de profondeur, suffisantes pour le mélange de zones stratifiées, peuvent être mises en paramètres en termes de dissipation de la friction, et facilement calculées à partir d'un modèle numérique. Les calculs qui ont été faits ont permis de très bien reproduire les limites observées entre zones bien mélangées et stratifiées. Les changements prédits pour ces limites au cas où seraient construits des barrages sont de faible importance, bien que les zones de réservoir, qui, en l'absence de barrières, seraient bien mélangées, fassent preuve d'une forte tendance à se stratifier si ces barrières sont érigées. Ces changements pourraient avoir une influence sur le climat local et l'activité biologique de cette zone.

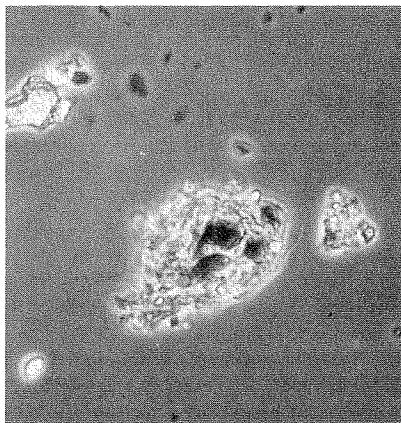
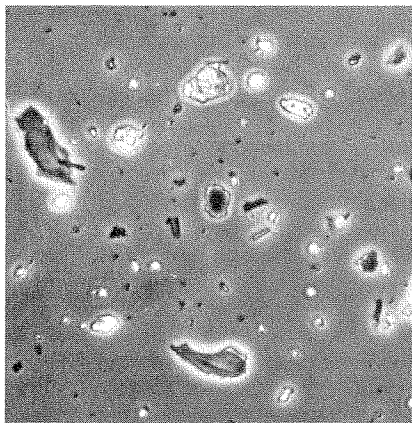
D. A. Greenberg, C. J. R. Garrett (université Dalhousie), J. R. Keeley (Service de données sur le milieu marin)

Etudes de matière en particules

La méthode employée pour ce travail est d'étudier la matière en particules en suspension et les facteurs physiques et biologiques qui s'y rapportent dans des zones géographiques définies, afin d'arriver à comprendre le comportement des particules dans la mer en général et d'aider à résoudre les problèmes pratiques spécifiques de pollution, de transport de sédiments et de sédimentation dans la zone à l'étude.

Au cours des deux dernières années les recherches sur les milieux d'estuaires se sont poursuivies. Le travail réalisé dans les estuaires du Miramichi et du St Laurent a confirmé l'importance de la floculation dans le régime sédimentaire des estuaires et dans la formation et le maintien de la turbidité maximale. En 1977 un grand programme sur le terrain, financé en partie par le Comité consultatif régional de l'immersion de déchets en mer (CCRIDM), a été mené dans l'estuaire du St Jean au Nouveau Brunswick et dans la baie de Fundy. Ce fleuve est intéressant parce que c'est une source majeure de sédiments dans les eaux productives de la baie de Fundy et c'est aussi le port le plus industrialisé et le plus dragué de la région. La circulation estuarine, combinée à une très grande hauteur de marées et à la présence de chutes à inversion, rendent la prédiction des effets du dragage massif d'entretien du port et de l'immersion de déchets très difficile.

Les résultats préliminaires montrent une dispersion rapide des sédiments à l'entrée du port de Saint Jean. La zone située autour du site d'immersion de



Matière en particules en suspension avec de nombreuses particules flocculées (à gauche) et matière en particules en suspension après l'incinération de la matière organique et la désagrégation des flocons inorganiques (à droite). Echelle: 1 centimètre = 1 micron.

déchets a un contenu de sédiments boueux et de métaux à l'état de traces anormalement élevé, mais l'effet sur la baie qui l'entoure est limité. A l'intérieur de l'estuaire les concentrations de sédiments en suspension étaient plus faibles qu'on ne s'y attendait; les courants de marée extrêmement forts atténuent l'alternance normale de dépôt et de retour en suspension qui maintient habituellement une turbidité maximale dans les estuaires. La circulation de l'eau résiduelle et des sédiments associés se fait, dans la baie de Fundy, en sens contraire des aiguilles d'une montre. Quelques sédiments se perdent dans le bassin de Minas et la baie Cobequid mais la plus grande partie des sédiments s'enfonce dans la zone boueuse située à l'ouest de l'île Grand Manan.

Les études théoriques de comportement de particules ont été centrées sur les effets des différents processus de dépôt sur l'éventail de tailles des grains et sur les taux de dépôt. Dans les études de matière en particules en suspension dans la mer, et pour la construction de modèles, on suppose généralement que les particules, qui comprennent le plancton et les débris organiques et inorganiques, ont des tailles et des densités définies et stables qui déterminent leur comportement physique. Mais en fait la matière en particules des estuaires et des régions côtières témoigne d'un niveau élevé d'interaction physique entre particules qui, dans la plupart des zones, détermine leur gamme de tailles.

Dans les expériences en laboratoire sur des suspensions artificielles de débris minéraux, le taux moyen de dépôt dû à la floculation varie directement avec les concentrations de particules, ce qui entraîne une diminution exponentielle des concentrations de toutes les tailles de particules avec le temps. Ces résultats aident à expliquer bien des aspects de la répartition de la matière en particules dans la nature, tels que la diminution rapide de la matière en suspension loin des continents, les flux rapides de sédiments dans les zones de turbidité maximale des estuaires, et de nombreuses caractéristiques de répartition par tailles des particules de sédiments marins.

Dans les régions où il y a de grandes quantités de matériaux vivants, les pointes dues au plancton dans la gamme de particules ont aussi des caractères

indiquant la présence de floculation. Ceci veut peut-être dire que la population de plancton dépend en partie de facteurs physiques qui déterminent les taux de floculation, tels que la turbulence, la température et la concentration totale de particules.

K. Kranck

Etude environnementale du détroit de Canso

Le Groupe de travail sur le milieu marin de Canso, organisé par le Comité consultatif canadien sur les pêches de l'Atlantique, a été créé pour examiner tous les effets possibles sur l'environnement de la digue de Canso (terminée en 1954). Il est apparu à l'issue de la première session que la pêche la plus importante ayant connu un déclin lié à cette fermeture était la pêche au homard de la baie Chedabouctou et de la côte est de Nouvelle Ecosse. Il est également apparu que, bien que le transport d'eau vers le sud par le détroit avant 1954 ait pu entraîner des quantités importantes de larves dans la baie Chedabouctou, les estimations de la taille et de la durée de ces écoulements étaient très incertaines.

C'est pourquoi on a construit un modèle numérique de l'écoulement par le détroit. Ce modèle était mu aux deux extrémités par des chiffres de hauteur de marées correspondant le mieux possible aux données provenant de tous les ports avoisinants. Il a été étalonné en ajustant le paramètre de friction de manière à correspondre le mieux possible à une série de données prises à intervalles de temps réguliers au milieu du détroit à mer étaie (1922-1926).

Les résultats ont montré que si la différence de hauteur entre les extrémités était nulle, ce n'est que durant les marées de printemps que l'eau pourrait traverser toute la longueur du détroit en un seul cycle de marée et contribuer ainsi à un échange entre les baies Saint Georges et Chedabouctou. Mais une analyse de toutes les données de hauteur de marées disponibles suggère que la différence de niveau moyenne était de l'ordre de six centimètres, différence pour laquelle le modèle prédisait une prédominance de l'écoulement vers le sud (de 7.000 mètres cube par seconde) avec des échanges à presque tous les cycles de marée.

A l'aide de mesures récentes des densités de larves de homards dans la baie St Georges, Harding *et al.* ont estimé qu'au cours d'une période de deux mois d'été l'écoulement moyen pourrait transporter jusqu'à dix millions de larves vers le sud. Cette quantité pourrait varier considérablement car les orages modifient la densité larvaire et le transport pour des périodes d'une dizaine de jours. Bien que l'on dispose de peu de recherches sur la dynamique de la population larvaire de la baie Chedabouctou, on estime qu'un tel écoulement constituerait moins de dix pour cent de la production larvaire de la baie Chedabouctou.

D. J. Lawrence, D. Greenberg

Dans un autre rapport présenté au Groupe de travail sur le milieu marin du détroit de Canso, le système des courants de la baie Chedabouctou a été analysé à l'aide de données recueillies par un déploiement de cinq amarrages de courantomètres pendant 18 jours en 1970. Les courants de marée étaient faibles mais constants ($5,3 \pm 0,8$ cm/s), dominés par la marée M_2 et presque rectilignes en direction est-ouest. Les mesures de température et de salinité confirmaient l'existence d'une activité de seiche (deux cycles par heure), bien

que les amplitudes aient été faibles. Les caractères les plus notables étaient les brusques changements de direction, à au moins trois reprises, de l'écoulement moyen, et l'existence d'une giration d'ensemble moyenne aux trois profondeurs, en sens contraire des aiguilles d'une montre. Les changements de direction avaient tendance à se produire simultanément mais étaient à part cela pratiquement sans rapport les uns avec les autres; les coefficients de corrélation, tant horizontalement que dans la largeur de l'interface de 20 mètres et qu'avec le vent géostrophique local, étaient insignifiants. L'écoulement en provenance du détroit de Canso avant la construction de la digue aurait pu ajouter peut-être 6 centimètres par seconde à l'amplitude de la giration, réduisant par là de façon importante les durées de transit dans la partie sud de la baie, de 12 à peut-être 4 jours.

La construction de la digue (1952-1954) a grandement réduit les courants de marée dans le détroit de Canso. Les amplitudes de marée près de l'embouchure sont maintenant de l'ordre de dix centimètres par seconde et ne sont donc plus dominantes. Les vents locaux peuvent produire des amplitudes comparables dans les dix mètres supérieurs. Un autre caractère déjà noté dans les données de 1969-1970 est la présence de courants d'amplitude comparable ou plus élevée, avec des périodes de trois à cinq jours. Ceux-ci revêtent la forme de vagues internes et on pense qu'ils sont liés aux phénomènes météorologiques sur le plateau Scotian. Ces écoulements pourraient, en raison de leur longue durée, avoir un effet important sur les temps de balayage des éléments polluants dans le détroit. Afin d'étudier ce phénomène plus en détail, des analyses sont en cours sur les données d'un levé effectué dans le détroit, pendant un an, à l'aide de courantomètres, par le Ministère des travaux publics pour le compte du Ministère des transports.

D. J. Lawrence

Analyse des données

La Section d'analyse des données reste le principal centre de traitement et de conservation des données physique de l'Institut. En plus des données recueillies par les programmes sur le terrain de notre division, nous avons traité des données physiques, au cours de l'année qui vient de s'écouler, pour le CGA, le LEM, les universités Dalhousie et McGill et celle de Rimouski ainsi que pour la plupart des divisions du LOA.

Une tâche majeure accomplie au cours de la période passée en revue a été l'achèvement d'un projet consistant à traiter à nouveau, selon les normes actuelles, toutes nos données anciennes de profils de conductivité-température-profondeur et à les transférer aux archives nationales à Ottawa.

La section a également en 1978 participé au travail d'analyse et à la préparation d'un rapport concernant un programme à long terme de surveillance des températures organisé par la Station biologique de St Andrews au Nouveau Brunswick, ainsi qu'à l'établissement d'un système de réception et de conservation des dériveurs océaniques en conjonction avec le Service des données sur le milieu marin.

L'atelier des données collabore aussi avec l'atelier d'instrumentation à un programme continu d'évaluation de la qualité des données des courantomètres Aanderaa. Une étude comparative des courantomètres à rotor et vecteur moyen

Aanderaa et des courantomètres de type penchant de General Oceanics est également en cours.

D. M. Gregory

Instrumentation

Cette Section a continué à aider les autres groupes de l'Institut en assurant l'entretien des courantomètres, des profileurs de conductivité-température-profondeur, des amarrages et d'autres appareils océanographiques. Un programme a été établi pour l'étalonnage des courantomètres enregistreurs, et des erreurs ont été constatées dans les jauges de pression, les cellules de salinité, les rotors et les boussoles magnétiques. Les problèmes les plus sérieux étaient des erreurs intermittentes de direction, allant jusqu'à 50° ou plus, causées par des champs de dispersion magnétique qui affectent parfois les instruments. Il a été possible d'éliminer les causes de ces erreurs et dans la plupart des cas de corriger les données erronées. Nous avons acquis du matériel nouveau pour nous permettre de procéder à un étalonnage régulier de la plupart des détecteurs et nous espérons instituer des procédures d'étalonnage régulier avant l'ouverture de la saison 1979.

A. J. Hartling

Autres activités

Levés océanographiques pour le compte d'autres utilisateurs. La Division reste chargée d'effectuer chaque année au mois de novembre une expédition de prédiction des glaces dans le golfe St Laurent pour recueillir les données dont a besoin le Service de l'environnement atmosphérique pour ses calculs de prédiction des glaces.

Dans le passé la Division a également été chargée d'effectuer un échantillonnage saisonnier de la transecte d'Halifax (qui s'étend d'Halifax vers le sud-est, au-dessus du plateau Scotian) pour le compte de la Commission internationale des pêches de l'Atlantique nord-ouest. Ce prélèvement d'échantillons a été effectué en 1977, mais un examen soigneux de la série de données recueillies au cours de plus de vingt années durant lesquelles les prélèvements ont été faits sur cette transecte a montré que l'on n'obtiendrait pas davantage de données utiles en poursuivant ce travail. Il a donc été mis fin à ce programme en 1978.

T. R. Foote, D. Dobson

Examen des demandes d'immersion de déchets en mer. Depuis la mise en application de la loi sur la surveillance de l'immersion des déchets en mer en 1975, on a eu besoin de conseils techniques sur les caractéristiques océanographiques de sites d'immersion pour prendre des décisions au sujet des demandes de permis faites en application de la loi. En coopération avec d'autres disciplines de l'IOB, nous avons examiné les caractéristiques physiques des opérations d'immersion. Au cours de la période 1977-1978, 285 demandes nous sont parvenues, relatives pour beaucoup au dragage de sédiments marins. Des recherches concernant directement les problèmes d'immersion de déchets dans les océans ont également été effectuées par voie de contrats. Cinq rapports de travaux faits sous contrat ont déjà paru et d'autres sont en préparation. Une recherche sur les effets du dragage du port

de St Jean au Nouveau Brunswick a été combinée avec un projet sur le régime des sédiments en suspension de la baie de Fundy dirigé par Mme K. Kranck.

Programme de dériveurs de fond. A la suite d'une étude faite en 1977, un office central a été créé en 1978 pour fournir des dériveurs de fond destinés à étudier les courants de fond, et pour traiter les données contenues sur les cartes qui sont récupérées. Jusqu'à présent environ 4.000 dériveurs ont été fournis à prix coûtant aux utilisateurs, principalement pour des opérations de dragage, et les récupérations pour la majorité des sites sont en moyenne de plus de 20%. On a fourni également des dériveurs de surface et plus de 2.000 ont été utilisés au cours d'un projet sur le plateau continental. D'autre dériveurs sont en cours de mise au point.

D. S. Bezanson

Hydrographie

La période 1977-1978, tout en étant relativement calme dans notre division, a néanmoins été féconde; certains événements ont eu lieu qui valent d'être mentionnés, notamment:

- le transfert du service cartographique dans notre région, en cours depuis deux ans, se poursuit et 19 postes ont été transférés d'Ottawa jusqu'à présent;
- les étalonnages du Loran-C (système de navigation à longue portée) ont avancé rapidement et très efficacement;
- le travail sur le BIONAV (système de navigation de l'IOB) progresse de façon satisfaisante et s'avère très utile pour la navigation du CSS *Hudson*;
- l'introduction de GOMADS (système interactif de traitement de données graphiques sur écran cathodique) a commencé; lorsqu'elle sera achevée, ce système fera partie d'un système hydrographique national.

Les levés sur le terrain ont progressé en général de façon très satisfaisante; toutefois le programme de levés dans l'Arctique oriental s'est heurté à de grosses difficultés. En 1977 le CSS *Baffin* a été très endommagé alors qu'il essayait d'atteindre sa zone de levé dans le détroit de Victoria; ceci a beaucoup retardé le travail et en 1978 les conditions de glaciation sévères régnant dans tout l'Arctique ont pratiquement exclu tout travail de cartographie de nouvelles zones.

On trouvera ci-après un résumé du travail fait au cours de cette période par chacune des cinq sections qui constituent la division.

R. C. Melanson

Section de cartographie

Cartographie sur le terrain. Cette section est chargée d'organiser et d'effectuer des levés sur le terrain des eaux navigables de la Région atlantique afin d'établir des cartes marines et autres publications annexes. Pour remplir ce rôle, sept postes répartis de la baie de Fundy à l'Arctique oriental ont fonctionné en 1977 et en 1978.

La plus grande partie du travail a été faite dans le golfe St Laurent, sur la côte et dans la mer du Labrador, dans la baie Ungava et dans l'Arctique. Le nombre des projets 'd'urgence' ayant diminué, nous avons pu concentrer nos efforts sur une nouvelle cartographie de la baie de Fundy et de la côte sud de Terre-Neuve. Bien que la période passée en revue ait été très productive, il y a eu des revers. En 1977 le *Baffin* a été très endommagé par la glace alors qu'il essayait de poursuivre sa route dans le détroit de Victoria, ce qui a empêché d'obtenir aucun résultat et en 1978 le programme prévu pour ce navire dans le golfe St Laurent a dû être annulé en raison de sérieuses difficultés mécaniques. Toutefois le navire du Service de garde des côtes Labrador a eu en 1977 la saison hydrographique la plus productive qu'ait jamais connue une brise-glace; et en 1978 le levé de la mer du Labrador a été suffisamment avancé pour qu'on puisse maintenant publier une série complète de cartes des ressources naturelles.

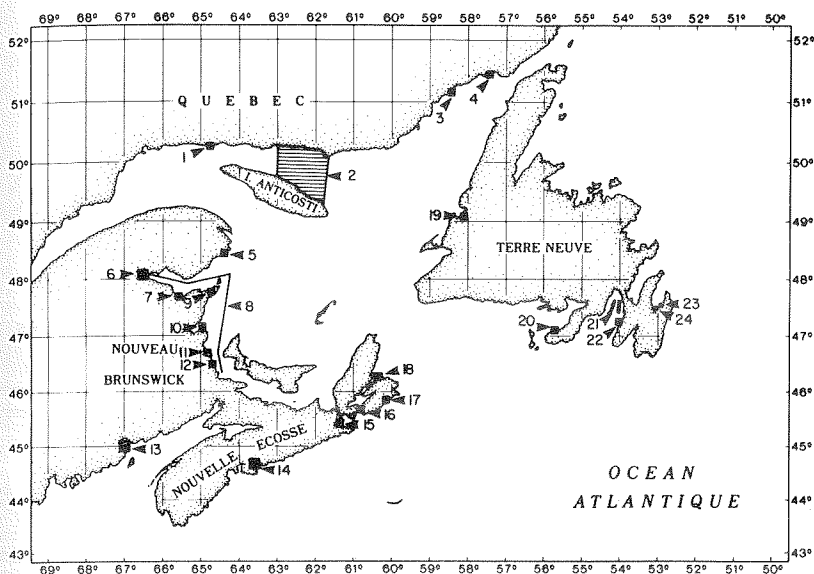
T. B. Smith

Programme d'activités sur le terrain de 1977

Poste et dates	Numéro de référence* et secteur	Type de levé	
CSS <i>Baffin</i> (2 mai - 26 sept.)	2. golfe Saint Laurent	cartographie marine et un peu de magnétisme	
	27. Nones Head, Labrador	Localisation et identification d'îles isolées	
	29. détroit de Belle-Isle au détroit de Victoria et retour	Sondage dans le sillage du navire	
	36. de l'île Miles à l'île Chantry	levé directeur	
	35. de l'île Jenny Lind au cap Bexley	sondage dans le sillage du navire	
	34. baie de Byron	examen de hauts-fonds	
	33. cap Alexandre	examen de hauts-fonds	
	38. du cap Cockburne à l'île Cameron	levé d'itinéraire	
	30. détroit de Strathcona	relevé du havre	
	Levé dans l'Arctique oriental (18 juill. - 30 sept.) CCGS <i>Labrador</i> CCGS <i>John A. Macdonald</i> CCGS <i>d'Iberville</i>	39. anse Aston	site d'échouage
40. baie Bateman		levé du havre	
37. anse Bridport		site d'échouage	
31. de Strathcona au détroit de Victoria		sondage dans le sillage du navire	
32. du détroit de Victoria à Resolute		sondage dans le sillage du navire	
28. détroit d'Hudson et baie d'Hudson		sondage dans le sillage du navire	
25. mer du Labrador		cartographie des ressources naturelles, gravimétrie, bathymétrie, et magnétisme (Satnav/Loran-C pour le point)	
26. du cap Harrison à Makhovik		levé d'itinéraire	
5. Grande Rivière, Québec		levé du havre	
6. Dalhousie, NB de Dalhousie à Campbellton, NB		levé du havre levé du chenal	
Navire affrété I MV <i>Martin Karlsen</i> (28 juin - 17 oct.)	7. Bathurst, NB	levé postérieur au dragage	
	9. goulet de Shippegan, NB	levé antérieur au dragage, levé d'alignement	
	8. de Dalhousie à Richibuctou, NB	révision cartographique	
	10. Miramichi, NB	levé postérieur au dragage	
	11. Richibuctou, NB	levé de repérage	
	12. Buctouche, NB	levé du havre	
	16. anse St Peters, NE	sondage ordinaire	
	14. port d'Halifax, NE	examen du quai	
	Expédition à terre (2 mai - 17 juin) Relevés locaux (1er mai - 30 septembre) CSS <i>Maxwell</i> (2 mai - 28 oct.)	1. Rivière-au-Tonnerre	étude d'ingénierie
		3. St Augustin, PQ	sondage ordinaire
4. baie du vieux fort, PQ		sondage ordinaire	
19. Cornerbrook, TN		révision cartographique	
20. Grands Bancs, TN		examen du quai	

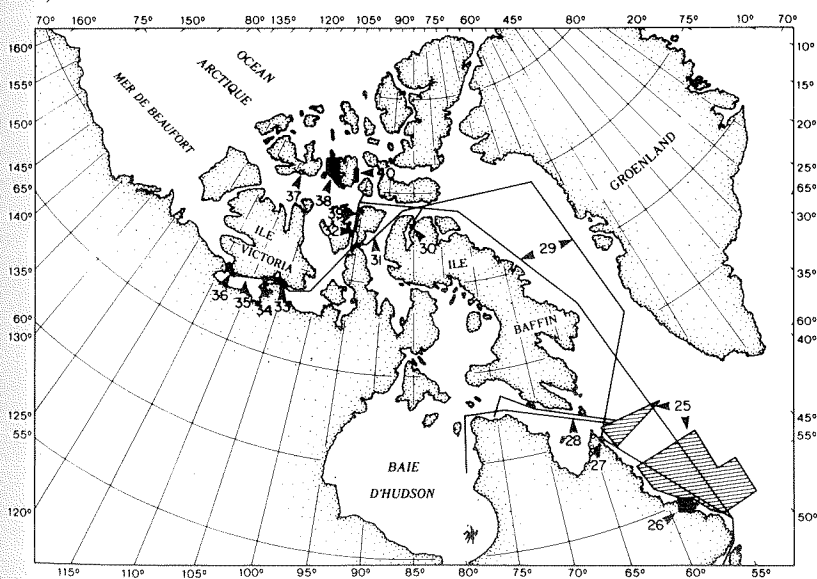
- | | |
|---------------------------------|-------------------|
| 21. baie Placentia, TN | levé de contrôle |
| 22. Argentia, TN | examen du quai |
| 23. Holyrood, TN | levé du chenal |
| 24. Long Pond, TN | levé du havre |
| 13. passage de Head Harbour, NB | sondage ordinaire |

*Voir les figures qui suivent.



Ci-dessus: opérations de levé hydrographique dans les Provinces atlantiques en 1977. (IOB 5107-1)

Ci-dessous: opérations de levé hydrographique dans l'Arctique oriental en 1977. (IOB 5107-4)



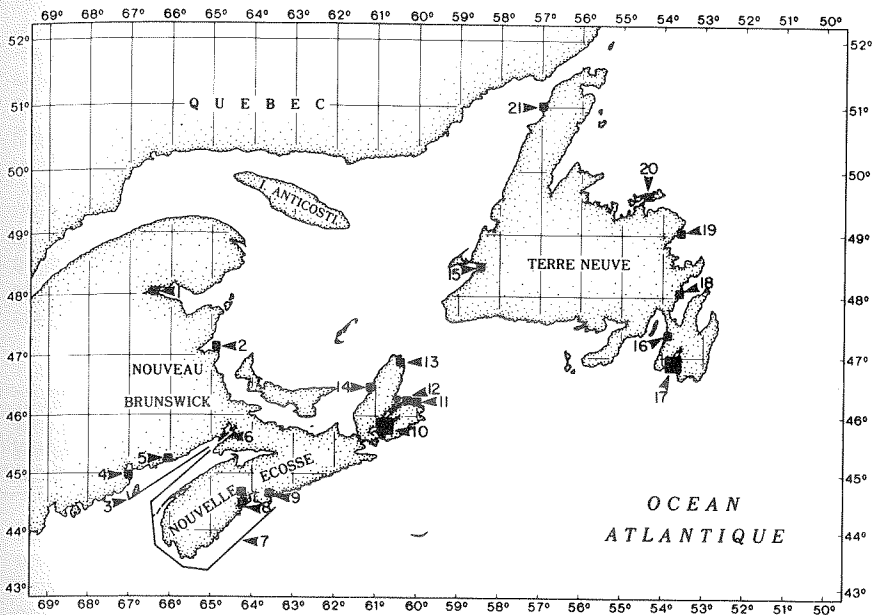
Programme d'activités sur le terrain de 1978

Poste et dates	Numéro de référence* et secteur	Type de levé	
CSS <i>Baffin</i> (12 juillet - 29 sept.)	21. baie Brig, TN	examen du chenal et des hauts-fonds	
	24. anse Davis, TN	couloir d'accès	
	25. Labrador Reef, TN	examen de hauts-fonds	
	26. baie d'Ungava, PQ	sondage ordinaire	
	27. cap Dorset, TNO	sondage ordinaire	
	28. Resolute, TNO	sondage ordinaire et alignements de navigation	
	29. fjord de Slidre, TNO	reconnaissance	
	30. Arctique oriental, TNO	lignes	
Levés dans l'Arctique oriental (13 juill. - 27 sept.) CCGS <i>John A. Macdonald</i> CCGS <i>d'Iberville</i> CCGS <i>Louis St Laurent</i> CCGS <i>Pierre Radisson</i>	31. port de Dundas, TNO	levé du port	
	32. île Bylot, TNO	quelques lignes	
	33. anse Pond, TNO	levé du havre	
	34. Clyde, TNO	levé du havre	
	35. Kangeeak Point, TNO	aides à la navigation	
	36. Pike Resor, baie Frobisher, TNO	aides à la navigation	
	Navire affrété I <i>MV Martin Karlsen</i> (21 juin - 19 oct.)	22. mer du Labrador	cartographie des ressources naturelles, bathymétrie, gravimétrie et magnétisme (Satnav/Loran-C pour le point)
		23. du cap Rouge à l'île d'Ironbound, TN	levé d'itinéraire
CSS <i>Maxwell</i> (1er mai - 27 oct.)	4. de Friar Roads et Head Harbour Passage à Petit Passage	sondage ordinaire	
	8. baie Mahone, NE	examen de hauts-fonds	
	16. Argentia et Placentia, TN	contrôle horizontal	
	17. baie Sainte Marie, TN	sondage ordinaire	
Navire affrété II <i>MV Meta</i> (8 mai - 27 oct.)	18. détroit Random, TN	examen des hauts-fonds	
	3. de Grand Manan à Sackville, NB	révision cartographique, alignements de navigation et port	
Expédition à terre (1er mai - 23 juin)	7. de Sackville à la baie Saint Margaret, NE	révision cartographique, alignements de navigation et port	
	10. lacs du Bras d'Or, NE		
	a) anse de St Peters	sondage ordinaire	
	b) baie de l'est	sondage ordinaire	
Relevés locaux (1er janvier - 31 décembre)	c) bassin Denys	reconnaissance	
	d) Petit Bras d'Or	levé de contrôle	
	1. Dalhousie, NB	examen du quai	
	2. Miramichi, NB	surveillance des changements dans le chenal au sud du "Lump"	
	5. St Jean, NB	alignement de navigation	
	6. baie Chignectou, NB	reconnaissance	
	9. port d'Halifax	révision cartographique	
	11. New Waterford, NE	alignements de navigation	
	12. Sydney, NE	alignements de navigation	
	13. Dingwall, NE	examen du quai	
14. Inverness, NE	alignements de navigation		
15. Stephenville Pond, TN	examen du chenal		

19. Greenspond, TN
 20. île Bacalhao et
 île Change, TN

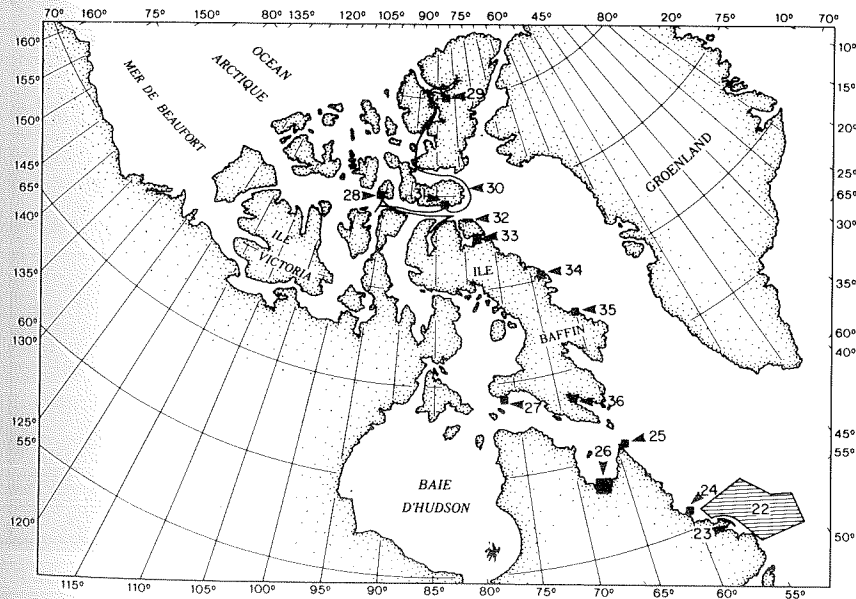
alignements de navigation
 alignements de navigation

*Voir les figures qui suivent.



Ci-dessus: opérations de levé hydrographique dans les Provinces atlantiques en 1978. (IOB 5107-3)

Ci-dessous: opérations de levé hydrographique dans l'Arctique oriental en 1978. (IOB 5107-2)



Cartographie. Cette Section est chargée de la compilation et de l'établissement d'éditions nouvelles et révisées des cartes marines, ainsi que de l'entretien d'un bloc de cartes couvrant les eaux adjacentes aux provinces maritimes, à Terre-Neuve et à la baie Ungava au Québec. Les cartographes de cette section produisent des cartes nouvelles conformément aux programmes approuvés de cartographie et aux normes nationales. Ils évaluent et incorporent aussi toutes les données nouvelles au titre du programme continu d'entretien des cartes, préparent des évaluations des stocks requis et la publication de renseignements pertinents, et produisent de nouvelles éditions et des notices aux marins contenant des annexes graphiques. Tout ceci pour répondre aux besoins de l'Est du Canada tels qu'ils sont définis par les Bureaux hydrographiques national et régional, ainsi qu'aux besoins des transports maritimes en général.

En septembre 1977 un premier groupe de huit cartographes et un technicien en photomécanique a été transféré d'Ottawa à l'IOB pour assurer la production de cartes du bloc de 138 cartes adjacentes aux provinces maritimes. Au cours de l'été 1978 le deuxième bloc de 205 cartes couvrant les eaux de la province de Terre-Neuve et de la baie Ungava a été transféré à son tour. Dix cartographes de plus sont venus assurer cette production.

Du 30 septembre 1977 au 31 décembre 1978 quatre nouvelles éditions de cartes existantes ont été publiées et huit autres nouvelles éditions ont été plus qu'à moitié achevées. Deux nouvelles cartes ont été presque achevées et sept annexes graphiques ont été publiées dans la publication hebdomadaire 'Notices to Mariners' (Avis aux marins).



Cartographes au travail. (IOB 5182-4)

Les lecteurs peuvent obtenir des renseignements plus détaillés sur les projets cartographiques en s'adressant au: Chef de la production cartographique pour la Région atlantique, IOB, C.P. 1006, Dartmouth, Nouvelle-Ecosse B2Y 4A2.

R. F. J. Gervais

Développement hydrographique

Cette Section étudie et met au point l'instrumentation et les techniques utilisées pour les activités cartographiques et hydrographiques. Deux programmes principaux sont en cours: l'automatisation des levés sur le terrain, et la mise en oeuvre de GOMADS (Système interactif de traitement des données graphiques sur écran cathodique). GOMADS répondra aux besoins aussi bien des hydrographes que des cartographes. Le système permettra à des données numériques d'être éditées ou modifiées et à des documents graphiques d'être chiffrés. On a établi un format normalisé pour l'échange de données numériques à l'intérieur du Service hydrographique du Canada. Le tracé final des données cartographiques sera effectué sur le traceur optique Gerber 32 à Ottawa.

Un système d'ordinateur PDP-11/34 a été installé et le programme de mise en forme est en train d'être modifié pour pouvoir fonctionner en conjonction avec les divers systèmes utilisés à l'IOB. Une table de chiffrage est en cours d'acquisition. Lorsqu'il sera entièrement en fonctionnement GOMADS constituera un puissant outil graphique interactif pour la Région atlantique.

Le programme de remise en état à mi-course du CSS *Baffin* a permis de faire un grand progrès vers l'automatisation. Les articles suivants ont été acquis pour améliorer les capacités de récolte et de traitement des données du navire: deux ordinateurs HP system 1000; deux traceurs automatiques ZETA 3651; deux terminaux graphiques Tektronix 4015-1; deux calculateurs programmables HP 9815; et deux radars ultrasoniques à balayage transversal EG & G.

On s'efforce actuellement d'obtenir des systèmes d'enregistrement des données, de navigation et de sondage. Nous avons préparé, en coopération avec la Région centrale du Service hydrographique, des spécifications pour un système de navigation pour petites vedettes. Ces appareils faciliteront le parcours de lignes droites quand on se sert de systèmes de positionnement hyperboliques ou relèvement-relèvement. Les plans prévoient que tout cet équipement sera prêt pour effectuer un grand relevé en 1979.

Un nouvel instrument semi-automatique d'interprétation des bandes d'enregistrement de sondage a été mis au point et relié à un calculateur programmable HP 9815. Cet instrument tire tout le parti possible de ce qu'on peut programmer dans le calculateur, de sorte que des circuits analogues de haute précision ne sont plus nécessaires. Les réductions de marée et les corrections de vélocité sont faites par le programme. Les données de profondeur du rouleau de sondage sont enregistrées sur des cassettes miniatures. Ces données peuvent être transférées à un HP 2100 par l'intermédiaire d'un HPIB (interface Buss de Hewlett Packard) pour être ensuite incorporées dans une base de données bathymétriques numérique. D'autres projets d'utilisation du calculateur incluent la mise au point d'un élément prototype de navigation destiné à être utilisé avec le Miniranger III, en ensemble de programme à applications cartographiques et un système de reproduction des bandes contenant les programmes utilisant le HPIB.

R. G. Burke

Groupe de Navigation

Ce groupe, dont le rôle est d'élargir et de faire progresser les capacités de l'Institut en matière de positionnement en mer, travaille actuellement à deux projets principaux. L'un est de mettre au point le BIONAV (Système de navigation de l'Institut océanographique de Bedford), ce qui est fait conjointement par D. E. Wells de la division de Métrologie et par S. T. Grant du groupe de Navigation (avec du matériel et des programmes mis au point par la section des Systèmes d'ingénierie des Ressources de l'Institut). L'autre est de contribuer à l'expansion de LORAN-C (système de navigation à longue portée) au Canada atlantique, en testant le fonctionnement de ce système et en étalonnant le réseau pour permettre une cartographie exacte. En même temps le Groupe se charge de travaux moins importants, à court terme, selon les besoins.

BIONAV (Système de navigation de l'IOB)

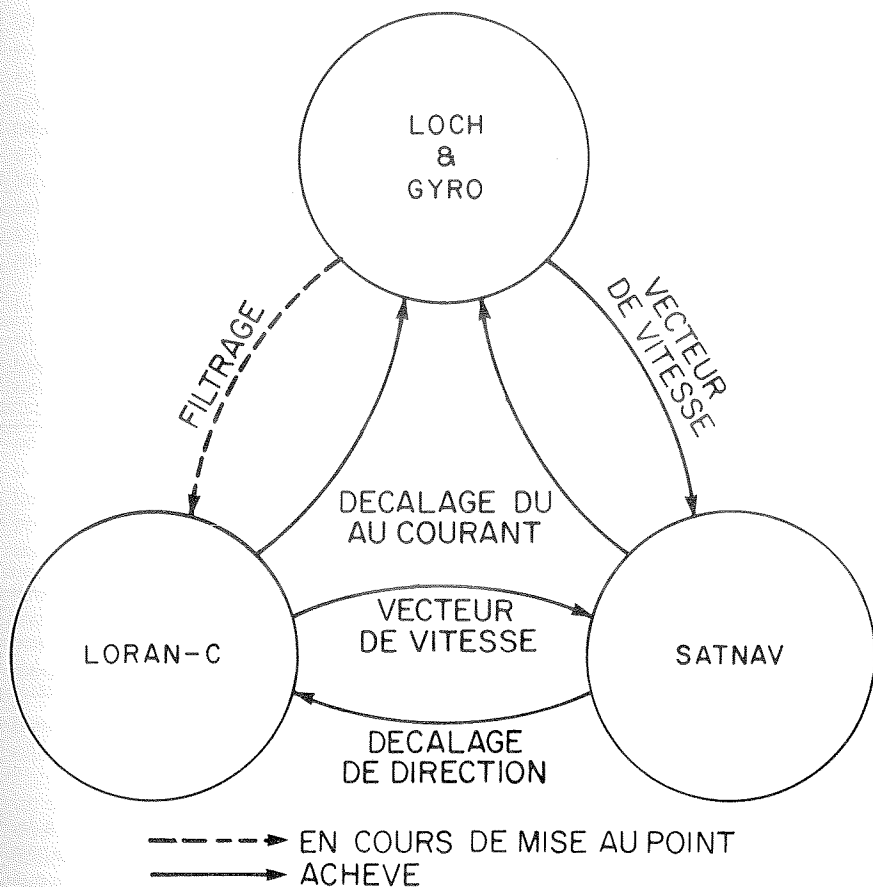
La mise au point du BIONAV a consisté principalement à préparer une série de programmes d'ordinateur pour combiner des données en temps réel provenant des systèmes de navigation existants à l'IOB. Au bout de deux ans de travail, y compris un an de temps en mer, cette série de programmes est pratiquement complète et sera installée sur le CSS *Hudson* pour y être essayée sur le terrain au cours de la saison 1979, et sur le CSS *Parizeau* à la fin de 1978; elle sera utilisée pour LOREX (l'Expérience sur la crête Lomonosov) en 1979.

Le concept du BIONAV est décrit dans la figure ci-jointe. Le système SATNAV de navigation par satellite constitue l'ossature de BIONAV avec ses 20 à 30 points par jour; mais il demande une connaissance exacte de la vitesse du bateau durant les 18 minutes au maximum du passage du satellite. Le système LORAN-C donne des renseignements continus de positionnement entre les points Satnav, et des vitesses adoucies par rapport au fond de l'océan qui, lorsqu'on les compare aux vitesses de loch et de gyroscope par rapport à l'eau, donnent des mesures du courant de surface. Les vitesses de loch et de gyroscope, corrigées pour tenir compte de l'erreur due au courant, sont très sensibles aux mouvements à court terme du navire et sont donc utilisées dans les calculs de point Satnav. Le BIONAV peut au besoin fonctionner avec seulement un ou deux de ces trois sous-systèmes (avec une efficacité réduite).

Les objectifs-clés du BIONAV, déterminés après enquête auprès des utilisateurs, sont la sûreté et la simplicité de fonctionnement. Ce sera un système souple (il sera facile par exemple d'ajouter ou d'enlever de nouveaux détecteurs, des écrans cathodiques, des enregistreurs de données, des traceurs, etc); il sera aussi plus exact que les composants existants non intégrés; et il donnera de nouvelles capacités (celle par exemple de suivre une masse d'eau en temps réel).

Le matériel requis pour le BIONAV comprend un disque à tête mobile et une mémoire supplémentaire pour l'ordinateur Satnav HP 2100. Des interfaces ont été ajoutées au système de mesure passive de distance Loran-C et un MPU (unité miniaturisée de traitement des données) a été construit spécialement pour le BIONAV par le service d'ingénierie des Ressources de l'Institut. Le MPU non seulement libère l'ordinateur principal du BIONAV d'une partie de son travail de calculs et d'interrelations mais assure aussi une plus grande sécurité puisqu'il peut fonctionner indépendamment en cas de panne de l'ordinateur principal.

Le BIONAV comprend environ 125 programmes (15.000 lignes de Fortran) qui reçoivent et traitent les données provenant des divers détecteurs et communiquent les résultats à des écrans cathodiques, à des terminaux et à des installations d'emmagasinage des données. Il y a quatre familles principales de programmes BIONAV (loch/gyroscope, Satnav, Loran-C et opérateur), qui ont été mis au point en quatre stades (acquisition des données, traitement, enregistrement et communication entre familles).



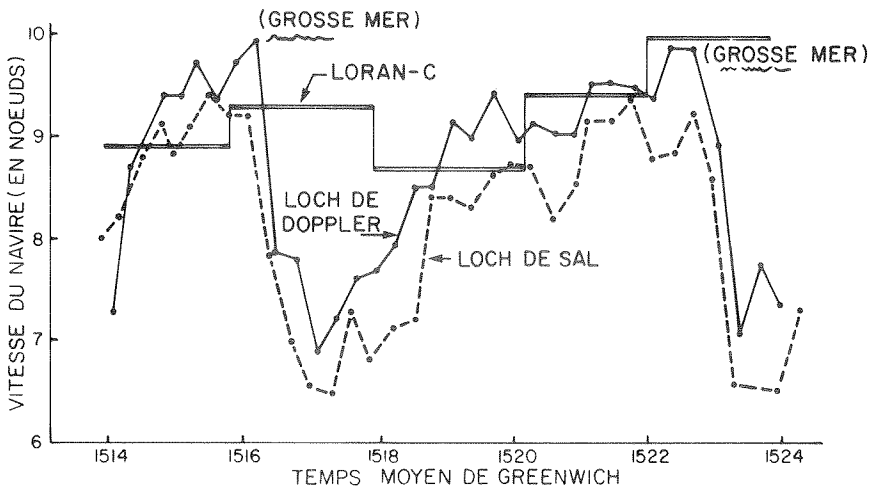
Représentation schématique du concept BIONAV (voir le texte). (IOB 5107-5)

Expansion du Loran-C. Le Loran-C à mesure passive de distance a été l'élément principal de notre système de positionnement dans l'Atlantique et la mer du Labrador pendant plusieurs années, et nous avons périodiquement amélioré les programmes de navigation utilisés avec lui. Cette année les géophysiciens à bord de l'*Hudson* se sont servis du programme de retour à un point donné pour cartographier un petit accident du fond de la mer d'environ 300 mètres de large et pour revenir ensuite prendre 5 échantillons dans sa largeur.

Le Loran-C normal à trois stations a récemment été étendu à la côte ouest du Canada et sur la côte est à la baie de Fundy et au plateau Scotian. Il est prévu

d'en étendre la couverture aux Grands Bancs et à la côte du Labrador, auquel cas le Loran-C finirait par remplacer les systèmes Loran-A et Decca existants.

Nous appuyant sur notre expérience du Loran-C, nous avons travaillé récemment avec la Garde côtière canadienne à une vérification du fonctionnement des transmetteurs, afin de découvrir la meilleure configuration possible pour l'avenir.



Représentation graphique de la manière dont une grosse mer ralentit un navire. Au retour d'une expédition le CSS Dawson a rencontré des vagues de cinq mètres qui l'ont fait tanguer et vriller, et ont obligé le personnel scientifique à s'accrocher aux rambardes. Les lochs de Sal et de Doppler ont enregistré une chute de vitesse de 3,5 noeuds mais le Loran-C, en raison de son effet d'amortissement, a donné la vitesse moyenne aplaniée qui figure sur le schéma. (IOB 5107-6)

Tandis que la Garde côtière canadienne est chargée de fournir les aides à la navigation, le Service hydrographique du Canada est chargé d'assurer l'exactitude des renseignements de navigation figurant sur les cartes, ce qui inclut les réseaux d'aides à la navigation. En 1977 le groupe de Navigation a travaillé en collaboration avec la Région pacifique à l'étalonnage de la nouvelle chaîne Loran-C de la côte ouest canadienne, en utilisant le Satnav au large et les transpondeurs radar Miniranger à courte portée près de la côte. Satnav a donné la cohérence attendue de 150 mètres dans les résultats, tandis que le Miniranger, qui permet une plus grande précision, a confirmé de façon frappante les prédictions théoriques selon lesquelles une anomalie de 500 mètres apparaît à la lecture lorsque l'onde Loran-C franchit la côte.

En 1978 nous effectuons un étalonnage similaire sur la côte atlantique et nous ajoutons de nombreuses lectures à terre effectuées par une camionnette d'étalonnage, afin de vérifier plus avant la théorie de propagation et de nous procurer les valeurs de conductivité terrestre voulues pour améliorer les prédictions de réseau.

Les pêcheurs pâtissent temporairement de tout changement du système d'aide à la navigation qu'ils utilisent. Pour aider à réduire ces difficultés nous avons rédigé un guide du fonctionnement du Loran-C soulignant les problèmes que rencontreront les utilisateurs sur longues distances, et nous servons de conseillers pour l'évaluation des récepteurs Loran-C et la conversion des repérages d'obstacles pour les filets, actuellement en coordonnées Loran-A ou Decca, aux nouvelles coordonnées Loran-C.

Un aspect important de notre travail pour l'I.O.B. est de fournir une mesure exacte de la vitesse des navires; ce qui est utile pour la manoeuvre du navire en station et pour la navigation. Nous avons maintenant équipé tous nos navires de lochs de vitesse Doppler, avec un transducteur encastré dans le pouce lorsque le navire est dans les glaces et une tige de prolongement pour aller en-dessous de la couche de bulles le long de la coque par mauvais temps, lorsqu'il y a du bruit autour. Un résultat intéressant des essais effectués avec un transducteur placé dans une capsule sous la pouce du *Dawson* a été de voir comment une grosse mer ralentit un navire de 2.000 tonnes de 3 noeuds par minute (voir la figure).

Le groupe de Navigation doit être toujours au fait des problèmes de navigation et des progrès dans ce domaine. Un de ces problèmes est le positionnement dans l'Arctique, où il n'y a pas d'aides fixes à la navigation; un progrès qui devrait être utile à cet égard est la récente amélioration apportée au positionnement à fréquence ultra haute (basé sur l'ancien système 'Shoran à portée allongée') dans des systèmes tels que 'Marinav' et 'Syledis'. Nous avons participé récemment, avec Mobil Oil Canada Ltd, Marinav Ltd (Ottawa) et la Garde côtière canadienne à des démonstrations de ces systèmes et nous prévoyons de faire prochainement une évaluation approfondie de leur fonctionnement et de leurs résultats.

R. M. Eaton

Section des marées

Cette section est chargée des travaux sur les marées et les courants de marée effectués par le Service hydrographique du Canada dans la Région atlantique.

Le début de 1977 a vu s'achever notre participation au projet d'étude du régime des marées dans la baie de Fundy et le golfe du Maine. Entrepris en 1976 et financé par le conseil d'examen de l'énergie marémotrice, ce projet était destiné à permettre de comprendre dans quelle mesure le régime des marées du système de la baie de Fundy serait modifié par la présence de barrages. Le personnel de la section a mesuré et analysé le régime de marée existant dans les zones proches des côtes et au large de celles-ci. D'excellentes données de marée pour un total de 1094 jours ont ensuite été analysées et incorporées dans le modèle numérique de marée des Sciences océaniques et atlantiques.

Un projet de transmission des données provenant d'un marégraphe monté sur le fond par des moyens acoustiques a été réalisé en collaboration avec la section des Systèmes d'ingénierie des Ressources de l'Institut. Ce système de télémétrie des marées a été mis à l'essai pendant un mois dans le bassin de Bedford, et a transmis les données de marée à travers l'eau avec une exactitude d'un peu plus de 96%. Un emploi sur le terrain à bord du CSS *Baffin* était prévu pour août 1977 mais a échoué parce que l'eau a pénétré dans le caisson contenant les instruments.

Deux amarrages de marégraphes au large ont été effectués en 1978, l'un dans la baie Ungava, l'autre à l'extrémité est du banc d'Hamilton dans la mer du Labrador. Ils ont tous les deux fourni une série complète de données qui sont maintenant en cours d'analyse.

La gestion conjointe du réseau permanent de marégraphes de la Région atlantique a continué avec des résultats satisfaisants. En 1977 et de nouveau en 1978, des enregistreurs sous-marins ont été en place en cinq points de l'Arctique oriental, et ont donné de longs enregistrements continus pour des emplacements allant du détroit d'Hudson à Alert.

La Section a fourni des marégraphes pour les travaux de levé hydrographique de la région atlantique. Ce programme, destiné à fournir des renseignements sur les courants, a débuté il y a plusieurs années et s'est poursuivi au cours de la période passée en revue. Les principaux établissements sur le terrain ont entrepris dans le cadre de leurs levés un travail de mesure des courants en eaux peu profondes, de la baie de Fundy à l'Arctique oriental. Ces renseignements sont incorporés dans les cartes et les directives de navigation appropriées.

La Section a aidé à titre consultatif le Gouvernement de Terre Neuve à établir un contrôle vertical le long de la côte ouest de la province en 1977, et le long de la côte nord est en 1978.

D. L. DeWolfe

Métérologie

Le rôle de la Division de météologie est d'étudier, d'évaluer et de mettre en application les techniques nouvelles de recherche océanographique et de mesure en:

- a) administrant au nom de l'IOB des projets de recherche sous contrat, dans lesquels la mise au point de nouvelles techniques de mesure joue un rôle important;
- b) assurant la marche de services spécialisés tels que l'atelier de mise au point d'appareils, le laboratoire des normes et la bibliothèque de références techniques; et en
- c) maintenant des critères de très haute précision en matière de techniques de mesure dans l'océan pour les laboratoires océanographiques et les sociétés commerciales de la côte est du Canada.

La Division s'efforce de faire exécuter par contrats tous les grands projets de développement et tous les projets moins importants de développement ou de construction pour lesquels peuvent être rédigées des spécifications suffisantes, tout en maintenant son programme intérieur à un niveau suffisant pour lui permettre de collaborer avec les sociétés privées canadiennes dans de nombreux domaines de la technologie océanique.

D. L. McKeown

Irving Whale

Une troisième tentative a été faite en juin 1977 pour mesurer le pétrole restant dans la barge pétrolière coulée 'Irving Whale'. La méthode employée était identique à celle décrite dans le dernier Rapport bisannuel; toutefois le véhicule Sea Rover avait été amélioré par l'addition d'un compas gyroscopique et de moteurs de propulsion plus puissants. Les améliorations apportées au système acoustique de positionnement permettaient aussi de définir de façon beaucoup plus précise la position du véhicule par rapport à la barge.

La méthode de détection de l'interface pétrole-eau à l'aide de la différence d'atténuation du son lorsqu'il traverse le pétrole ou l'eau s'est avérée utilisable et les huit citernes ont été sondées par cette méthode. Mais les pare-chocs sur l'extérieur de la barge ont compliqué l'analyse des résultats car ils produisent un effet très semblable à celui du rebord d'un baril de pétrole, qui avait été décrit dans le Rapport précédent. De nouvelles recherches destinées à permettre l'application de cette méthode à d'autres formes de citernes et à d'autres cargaisons ont dûes être abandonnées faute de crédits.

K. George, D. McKeown, S. Young, D. Harvey

Echantillonnage du fond

Le forage pour obtenir des carottes de roche s'est maintenant développé au point qu'il est considéré comme partie intégrante des levés géologiques et géophysiques de l'IOB au large et que du personnel n'appartenant pas à la Division se sert régulièrement du matériel voulu. Nous continuons à apporter à

celui-ci des modifications destinées à améliorer sa sécurité de fonctionnement et à permettre de prélever des matériaux difficiles à carotter (tels que les formations jeunes ou très fracturées, ou l'argile à blocs sus-jacente à la roche solide).

La Division aide l'Université Dalhousie d'Halifax en Nouvelle Ecosse et le Centre géoscientifique de l'Atlantique à prolonger la capacité de forage, pour pouvoir forer jusqu'à une profondeur de 1000 mètres d'eau au lieu des 650 mètres actuels. Une société britannique opérant dans les eaux australiennes a récemment utilisé avec beaucoup de succès des versions commerciales de notre foreuse.

Depuis l'achat d'un carottier à vibration du type conçu par l'Institut des sciences géologiques du Royaume-Uni, plusieurs programmes d'échantillonnage ont été réalisés avec l'aide de la Division de Métrologie. Le matériel tel que nous l'avons reçu ne convenait pas aux opérations effectuées à partir des navires de l'IOB; plusieurs modifications ont donc été apportées au système de fonctionnement. Le travail se poursuit en vue d'améliorer la sécurité de fonctionnement et de rendre le matériel plus facile à utiliser.

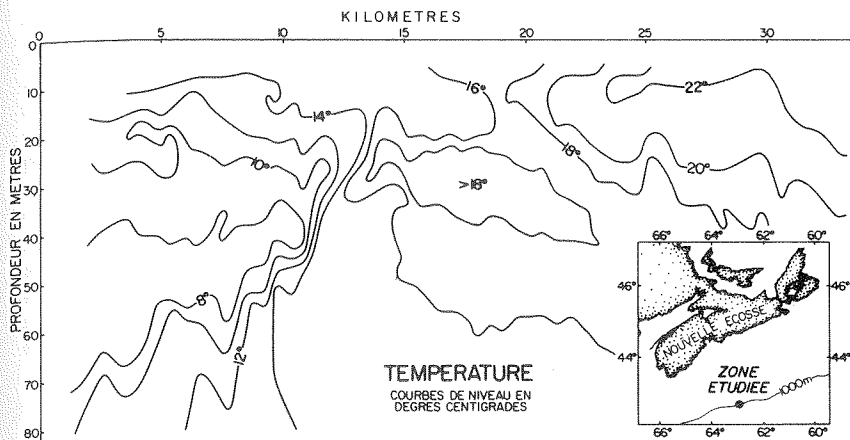
Nous avons mis au point, en coopération avec le Centre géoscientifique de l'Atlantique un carottier miniature à vibration 'Portavibe' destiné à être utilisé à travers la glace. Cet appareil a été décrit dans le 'Rapport d'activités' de la Commission géologique du Canada. Il n'a pas encore beaucoup servi mais il sera utilisé cette année pour un programme d'échantillonnage dans la baie de Fundy.

Pour trouver un emplacement de forage approprié sur le fond de la mer, on doit normalement effectuer un levé sismique à l'aide d'un système tel que le 'boomer' sismique à définition élevée Hunttec. Ce système identifie une zone générale mais, au moment où la foreuse électrique est mise en place, on a besoin de renseignements plus détaillés afin de placer la roche solide dans la limite possible d'extension (6 ou 7 mètres) de la foreuse. On a d'abord essayé un mini-tinceleur de 200 joules monté sur la foreuse, mais des problèmes liés à l'émission secondaire d'énergie du châssis de la foreuse et des caissons hermétiques ont obscurci les discontinuités sismiques intéressantes de peu de profondeur. Pour surmonter ce problème, nous proposons d'utiliser une source telle qu'un 'boomer' à bande large qui se trouve généralement à bord des navires, ou dans certains cas un sondeur à écho, pour donner le signal acoustique, tout en gardant l'hydrophone de réception sur le châssis de la foreuse pour minimiser la zone sonorisée et améliorer le rapport signal-bruit et donc la qualité de l'enregistrement.

J. Brooks, G. Fowler, P. Kingston, W. Whiteway, R. Cassivi, D. Harvey, D. Knox

Détecteurs employés en océanographie physique

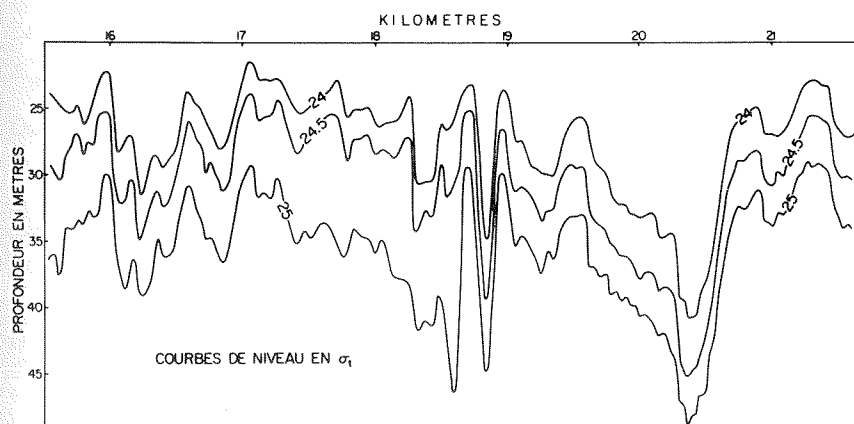
L'étalonnage régulier des systèmes CTP (conductivité-température-profondeur) est resté la principale activité du Laboratoire des normes. Ce travail aide tous les utilisateurs d'appareils CTP de l'IOB ainsi que ceux des universités locales. Ce travail régulier a mis en lumière des différences de mesure de conductivité qui sont encore à l'étude, et a souligné la nécessité d'avoir de meilleures mesures de pression lorsque le CTP est utilisé dans l'océan profond. La collaboration se poursuit sur ces problèmes avec le Conseil national de recherches du Canada et la société Guildline Instruments de Smith Falls en Ontario.



Coupe typique d'un front entre l'eau côtière fraîche à gauche et l'eau chaude du Gulf Stream à droite. (IOB 5196-2)

La préparation de programmes d'ordinateur pour l'acquisition de données sur les ordinateurs HP 2100 qui sont à bord des navires, à l'aide du système à disques RTE (Real Time Executive) est maintenant achevée. Ces programmes, qui sont souples et ont des applications autres que l'acquisition des données de CTP (par exemple les données de positionnement acoustique), sont couramment utilisés et la documentation définitive est en cours de préparation.

L'enregistreur de CTP et l'engin remorqué à profondeur variable Battish ont continué à être utilisés dans le cadre du programme de la dynamique du rebord du plateau continental de la Division d'océanographie côtière du LOA. On a obtenu beaucoup de renseignements sur les vagues internes ainsi que des coupes dessinant la position des fronts. Ces renseignements sont encore en cours d'analyse. Mais l'examen des enregistrements a révélé des structures qui semblaient être mal définies par le Battish tel qu'il était réglé - avec un cycle de



Ondes internes à grande amplitude, dans la thermocline, sur le plateau Scotian près du rebord du plateau, à plusieurs échelles horizontales. L'emplacement de ces ondes était immédiatement au sud du front figurant dans l'illustration précédente. (IOB 5196-1)

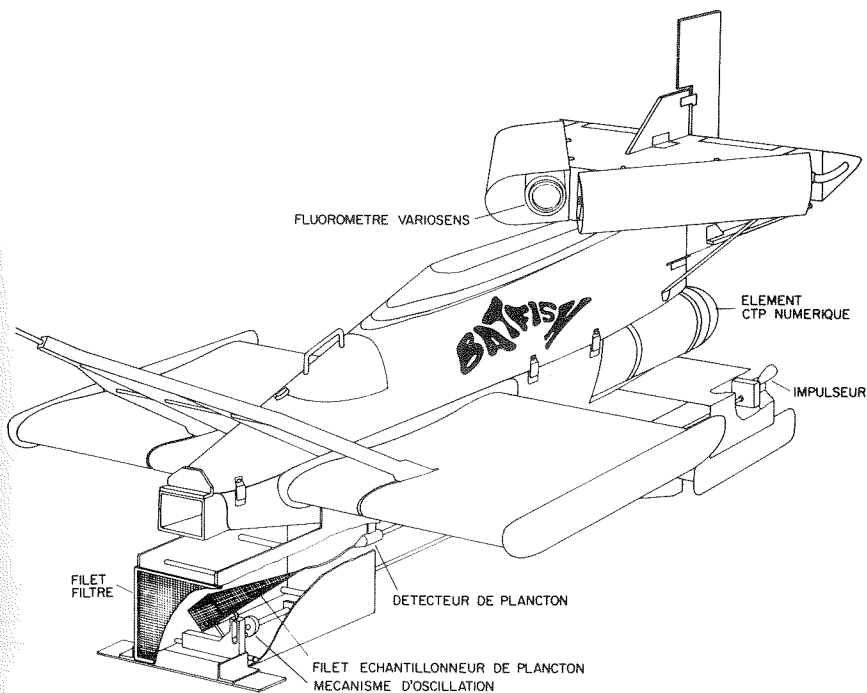
600 mètres à 1 kilomètre. On a donc entrepris en août 1978 une expédition expérimentale durant laquelle le cycle horizontal du Batfish a été réduit à moins de 100 mètres, en diminuant la course verticale au moyen d'un contrôle par ordinateur des points de virage, et en augmentant la vitesse verticale autant qu'il était possible tout en obtenant une longueur de remorquage raisonnable avant que ne se produise une panne mécanique. Grâce à la définition horizontale accrue, presque toutes les caractéristiques rencontrées semblaient bien définies et elles avaient des longueurs d'onde de 600 mètres ou plus. On a constaté la présence de trains de vagues internes de grande amplitude, ce qui indique que le champ de vagues internes n'est pas homogène. Cette constatation concorde avec les manifestations de surface sur les photographies prises par satellites de ce qu'on pense être le même type de trains de vagues à grande amplitude. L'analyse détaillée des données vient seulement de commencer et prendra très longtemps.

Une autre expédition conjointe, avec le professeur Kroebel et son groupe de l'université de Kiel, a eu lieu en 1977. Une bonne concordance a été obtenue entre les mesures de pression, de température et de conductivité faites avec le CTP Guildline et avec la multisonde de Kiel, les différences étant faciles à expliquer par de petits décalages constants d'étalonnage; ce qui contrastait avec les expéditions de comparaison précédentes où les différences étaient telles qu'elles étaient embarrassantes. De grosses différences demeurent cependant dans les mesures d'atténuation de la lumière. Les problèmes auxquels on s'est heurté dans ce travail nous ont amenés à adopter un nouveau type de montage du châssis pour le CTP et l'échantillonneur en rosette, dans lequel le châssis gêne moins l'écoulement de l'eau vers les détecteurs.

La majorité des utilisateurs du CTP de l'Institut souhaitent mesurer davantage que ces trois paramètres de base. Pour répondre à leurs besoins, la division a commencé à incorporer divers détecteurs existants dans un système qui pourra recevoir encore d'autres détecteurs. L'appareil, que l'on nomme le CTP à paramètres multiples (MPCTP) est basé sur un CTP numérique Guildline modèle 8705. Le compteur d'atténuation de la lumière Larsen de l'IOB et un échantillonneur d'eau à rosette de General Oceanics ont été intégrés avec le CTP sur un châssis qui les protège au cours des opérations en mer. Le code numérique utilisé pour transmettre les données à la surface a été modifié afin de lui donner un code biphasé et un format de télétype qui assurent une meilleure immunité au bruit, une certaine détection d'erreurs et un format de données compatible avec l'ordinateur.

La section des systèmes d'ingénierie des Ressources de l'Institut a construit un appareil de contrôle et de représentation basé sur un microtraiteur de données, destiné à calculer la salinité en temps réel et à la faire apparaître en même temps que la conductivité, la température, la profondeur, le coefficient d'atténuation de la lumière, et que d'autres paramètres quand on ajoute d'autres détecteurs. Les plans d'avenir prévoient l'achat et l'intégration d'un altimètre acoustique et d'un signal de contact avec le fond, d'un détecteur d'oxygène dissous, d'un courantomètre à deux composants et d'un système télémétrique à deux sens capable d'envoyer des instructions et de recevoir des données sur un câble conducteur unique.

Entre les phases de mise au point, l'appareil a été soumis à de nombreux essais, au cours d'expédition d'essais d'instrumentation et lors de son utilisation



Corps remorqué à mouvement ondulatoire du Battfish, équipé pour la collecte de données biologiques: le fluoromètre Variosens sert à mesurer in situ la chlorophylle a qui peut être mise en corrélation avec la concentration de biomasse de phytoplancton; et la partie inférieure est composée d'un compteur de zooplancton électronique et d'un filet d'échantillonnage. (IOB 4923-2)

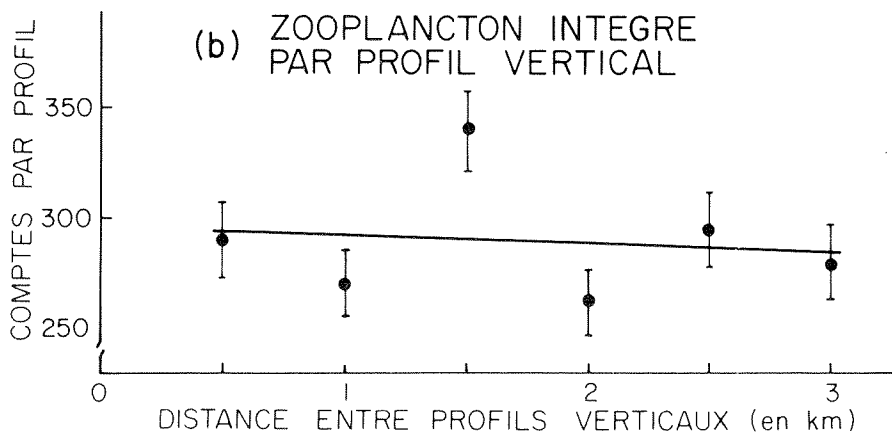
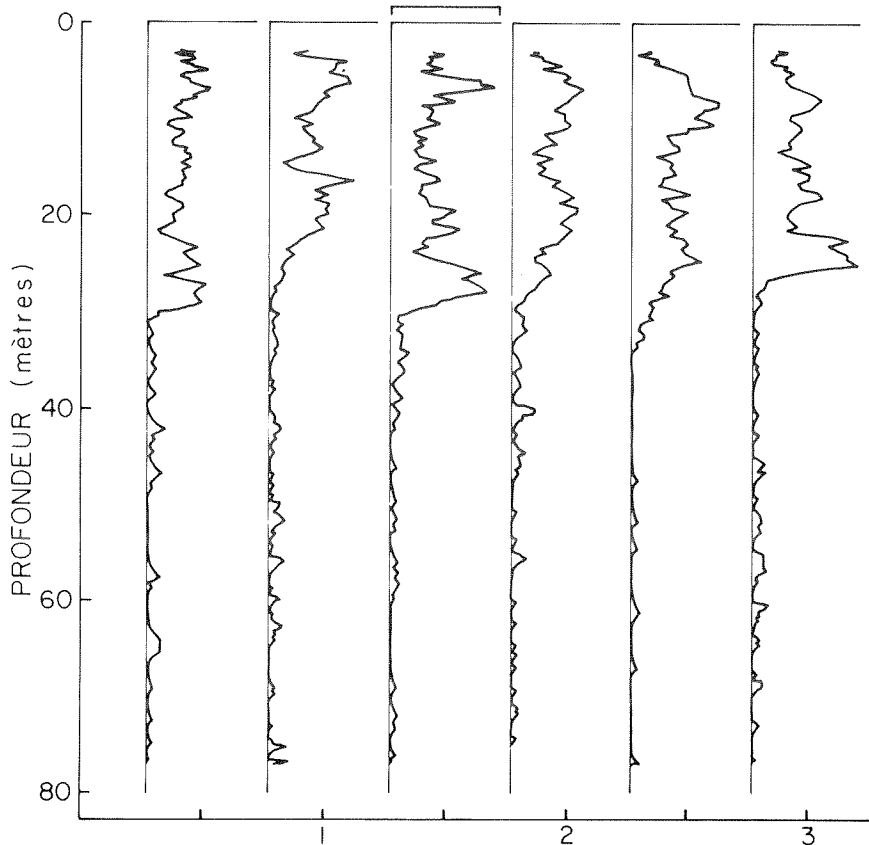
par des chercheurs des divisions d'océanographie chimique et côtière du LOA, de la division d'océanographie biologique du LEM, de la division de géologie du milieu marin du CGA et de l'Université McGill à Montréal (Québec), au cours d'expéditions de recueil de données. Cette collaboration étroite avec les utilisateurs devrait nous permettre de leur fournir un système adapté à leurs besoins.

A. Bennett, P. Thorburn, J. Betlem, M. Stepanczak, S. Young, E. Phillips, G. Dubois

Détecteurs employés en océanographie biologique

La variabilité (tant spatiale que temporelle) du phytoplancton et du zooplancton dans nos eaux demande une définition élevée et l'établissement rapide de profils de ces organismes. La division de métrologie a participé, avec le LEM, le Conseil national de recherches du Canada et la société Guildline Instruments, à un programme de mise au point d'appareils et de méthodes de mesure destinés à répondre à ces besoins. Le programme de mesures de la chlorophylle a à l'aide du fluoromètre Variosens a fait l'objet d'essais d'instrumentation en mer, de vérification des données et, plus récemment, d'un emploi direct dans des programmes spécifiques du LEM. Un de ces projets réalisés en collaboration avec la division d'océanographie biologique a consisté à étudier un écosystème au large de Yarmouth en Nouvelle-Ecosse; cette étude a révélé des niveaux anormalement élevés de chlorophylle et l'existence d'un upwelling local suscité par les courants de marée de cette région.

(a) CONCENTRATION DE PLANCTON
PAR PROFIL VERTICAL DU BATFISH
10 COMPTES/SEC



Concentration de zooplancton par profil vertical du Batfish, pour six profils successifs. Les concentrations les plus élevées sont composées principalement de copépodes et sont visibles dans les couches supérieures de 0 à 30 mètres de profondeur. Les copépodes migraient vers le bas durant la journée. (IOB 4923-9)

Au cours des deux dernières années les programmes de détection *in situ* du zooplancton a fait l'objet d'essais d'instrumentation et en laboratoire et en mer. Le détecteur de plancton a été conçu par M. Dauphinée, du Conseil national de recherches du Canada, et des prototypes ont été construits par la société Guildline Instruments Ltd. Un aspect de la création de cet appareil a été la mise au point d'un filet d'échantillonnage (voir figure) qui concentrerait le zooplancton et le ferait entrer dans le détecteur et qui surtout ne s'engluerait pas d'algues au cours d'un remorquage continu. Ce problème a été partiellement résolu en faisant osciller le filet d'un côté à l'autre à une fréquence de 5 Hz, ce qui permet un écoulement d'eau transversal par le côté du filet et garde les mailles ouvertes. Le résultat permet un remorquage continu pour jusqu'à six heures d'affilée. Mais l'activité principale de ce programme a été la vérification de nos données, par comparaison des captures de plancton avec celles de filets plus grands (tels que le BIONESS du LEM), et étalonnage du détecteur permettant des mesures physiques de longueur et de volume pour des individus du zooplancton. On a obtenu un algorithme d'étalonnage de premier ordre qui a été testé sur des animaux individuels en comparant leurs dimensions obtenues avec l'algorithme (à l'aide d'une mesure électronique *in situ*) avec les dimensions obtenues par des mesures effectuées au microscope. Nous avons obtenu une assez bonne concordance, avec une variation de $\pm 20\%$.

Au cours du programme continu d'essais en mer, le compteur électronique de zooplancton a également été utilisé dans deux programmes biologiques spécifiques réalisés avec la Division d'océanographie biologique - l'un dans la région du rebord du plateau Scotian et l'autre dans les eaux côtières d'upwelling du Pérou. Des données provenant d'échantillons prélevés au cours de l'expédition au Pérou figurent ci-dessus.

Instrumentation air-mer

La tour stable installée au large du port d'Halifax pendant l'été 1976 (voir le Rapport bisannuel 1975-76) a été utilisée durant tout l'hiver 1976-77 pour des études d'interaction air-mer (voir Circulation océanique, LOA) et a servi de référence de direction pour les essais des bouées du Système canadien des données océaniques qui étaient amarrées dans le voisinage. Ces programmes se sont poursuivis jusqu'au début de janvier 1978, où un gros orage a entraîné la perte des deux bouées du SCDO et a renversé la tour stable. La tour et pratiquement tout son assemblage d'amarrage ont été récupérés et ramenés à l'Institut. La société chargée de la majeure partie de ce projet, Whitman, Benn & Associates Ltd, d'Halifax (NE), est encore en train d'étudier la question. On pense que l'accident a peut-être été dû à une fuite des caissons de flottaison qui se serait produite entre deux inspections. Il est possible aussi que des manilles aient cassé à 50% de leur limite normale de résistance.

L'anémomètre à poussée du vent MKS (voir le rapport bisannuel précédent) a été légèrement modifié pour empêcher la pluie de geler autour de l'enveloppe du thermistor. Il a été employé sur le terrain sur la tour stable et a supporté des essais en chambre froide et des essais de vibration effectués dans les laboratoires de Hermes Electronics, Ltd., en Nouvelle Ecosse. Tous les résultats indiquent que c'est un instrument viable pour la mesure de la turbulence, de la pression du vent et du flux de chaleur, en mer sur des plates-formes stables, et qu'il pourrait être fabriqué sur une base commerciale en quantité limitée.

Au cours des deux dernières années la division de métrologie a conçu et construit, en collaboration avec le groupe d'étude de l'interaction air-mer de la division de la circulation océanique, deux prototypes de bouées détectrices de pression. Ces bouées flottent librement et sont dotées d'instruments pour mesurer les fluctuations de pression atmosphérique près de la surface de la mer, ainsi que le tangage, le roulis, l'accélération verticale et l'orientation de la bouée elle-même. Ces données sont transmises au moyen d'un système télémétrique numérique à une unité de réception à bord d'un navire, où elles sont enregistrées dans un ordinateur et/ou un enregistreur à cassette. Le système de télémétrie peut recevoir les apports de 1 à 15 détecteurs analogues ou numériques et a 8 taux possibles d'échantillonnage dans la gamme d'onces de 0,5 à 64 Hz. La station réceptrice fournit des données analogues de tous les paramètres pour permettre une surveillance en temps réel.

Les prototypes de bouées ont été essayés dans le bassin de Bedford et mis ensuite en place dans le cadre du projet JASIN (Expérience conjointe d'interaction air-mer) par le navire Atlantis II de l'Institution océanographique de Woods Hole, en juin-juillet 1978 (voir aussi Circulation océanique, LOA).

Une variante du système de télémétrie des données de la bouée détectrice de pression a été mise au point pour l'expérience de mesure des flux de bioxyde de carbone menée à l'île de Sable par les divisions d'océanographie chimique et de circulation océanique du LOA. Les données provenant de détecteurs d'interaction air-mer tels que les anémomètres à poussée du vent et le détecteur de bioxyde de carbone 'Barringer' sont mises sous forme numérique et transmises à une station d'enregistrement éloignée, soit par liaison radio soit par un câble. Ce système pourra être adapté à de futures expériences du même genre, mais utilisant des détecteurs différents, en changeant simplement la carte d'interface correspondant à chaque apport d'information.

J. Brooke, J. G. Dessureault, P. Thorburn, D. Harvey, D. Knox

Programme d'amarrages

Un programme conjoint a été institué avec la division de la circulation océanique du LOA pour étudier le fonctionnement des systèmes d'amarrage océanographique et évaluer la possibilité d'y inclure de nouveaux matériaux et de nouveaux composants.

On s'est particulièrement attaché à évaluer les possibilités du Kevlar, une nouvelle fibre synthétique, comme remplacement des câbles d'amarrage métalliques. Plusieurs amarrages expérimentaux ont été mis en place avec ce matériau, et les résultats obtenus ont été incorporés dans un rapport présenté à une conférence. On s'est heurté à des problèmes de pertes de force inexplicables après exposition au milieu marin, mais le travail sur ce matériau se poursuit.

En s'inspirant d'un programme en usage à l'Institution océanographique de Woods Hole, on a préparé un programme de modèle pour mettre au point des amarrages. Un aspect important de ce travail a été l'établissement d'une collection de données concernant les caractéristiques physiques et hydrographiques de l'équipement utilisé à l'IOB. Des maquettes des flotteurs sous-marins de l'IOB ont été remorqués dans le bassin expérimental du Centre canadien des eaux intérieures pour déterminer leurs caractéristiques de traînée et de stabilité. Bien que la plupart des unités se soient avérées stables, il y a un certain problème de définition exacte des coefficients de traînée.

Le programme d'amarrage a été élargi pour inclure le maniement par-dessus bord des câbles électromécaniques, et on s'attache à mettre au point un élément de mesurage léger à grand diamètre et un bon rangement des câbles du treuil; on étudie aussi l'interaction des câbles et des instruments qu'on y attache lorsque le navire n'est pas immobile.

G. Fowler, J. Brooke, W. Whiteway, K. George, B. Nickerson

Géodésie marine

Le BIONAV, le système intégré de navigation de l'IOB, qui se compose d'une série de programmes destinés aux ordinateurs qui font déjà partie du système de navigation des navires de l'IOB, a été mis au point en coopération avec le Groupe de navigation de la division d'hydrographie du LOA, et il est décrit dans leur section du présent rapport.

L'une des principales aides à la navigation dont dispose la circulation maritime de plus en plus importante de l'Arctique canadien, y compris les navires de l'IOB, est le système de navigation par satellites Transit. Ce système utilise des satellites en orbite polaire, ce qui crée des problèmes de fonctionnement en hautes latitudes en raison de l'interférence entre différents satellites et de la mauvaise géométrie entre navires et satellites dans ces régions. On peut remédier à ces problèmes en se servant de récepteurs contrôlés par des ordinateurs et d'une nouvelle méthode de calcul du point. Deux expériences dans les glaces de l'Arctique, l'AIDJEX (Expérience mixte sur la dynamique des glaces de l'Arctique) et la LOREX (Expérience sur la crête Lomonosov) fournissaient des occasions commodes d'essayer ces méthodes, ce qui nous a amenés à y participer. Une analyse soigneuse des données précédemment récoltées au cours d'AIDJEX indique que les précisions de définition de position obtenues, à savoir 75 mètres, étaient limitées par les appareils utilisés. La Division est chargée de la navigation pour l'expérience LOREX au cours de laquelle trois camps sur la glace dériveront par dessus le pôle nord au début de 1979. On utilisera des récepteurs Transit améliorés, similaires à ceux des navires de l'IOB, et des programmes BIONAV. On espère que le fonctionnement du BIONAV en hautes latitudes bénéficiera des résultats du LOREX.

La topographie de la surface de la mer mesurée par les altimètres radar transportés par satellites fournit des renseignements géodétiques et des renseignements océanographiques. Ce n'est encore toutefois qu'un outil expérimental. Les buts de l'Expérience de la baie d'Hudson, qui est coordonnée par la division et à laquelle participent de nombreux chercheurs canadiens et allemands de l'ouest, sont: d'utiliser l'altimétrie radar des satellites GEOS-3 de la NASA pour calculer le géoïde de l'océan au-dessus de la baie d'Hudson; d'essayer d'obtenir le signal de marée; et de chercher à améliorer l'exactitude des données sur l'orbite des satellites grâce à l'emploi de données locales de poursuite. Nous avons achevé le pré-traitement des données de poursuite Doppler obtenues au cours de la période d'acquisition de données, qui a duré quatre mois. Le travail se poursuivra lorsque nous aurons reçu de la NASA les données d'altimétrie correspondantes.

D. E. Wells

Positionnement acoustique

Au cours des deux dernières années la division de la Circulation océanique du LOA a construit une série de courantomètres verticaux pour pouvoir mesurer des petits courants verticaux. En mars-avril 1978 ils ont été mis en place dans la mer du Labrador en même temps que des appareils similaires venant de France (voir Circulation océanique, LOA). La division de Métrologie a mis au point une méthode de positionnement acoustique qui a permis de déterminer régulièrement la position de ces appareils une fois que leur emplacement approximatif avait été indiqué par le système français. On a effectué ensuite une expérience visant à déterminer l'exactitude de cette méthode; et on a préparé, sur la base de ces expériences, une proposition qui définit un système plus avancé de positionnement des courantomètres verticaux.

De nouvelles méthodes de levé permettant de trouver l'emplacement de répondeurs de fond ont été mises à l'essai en mer, et un déploiement de répondeurs a été utilisé pour fournir un positionnement à définition élevée pour certains essais du BIONAV. On prévoit de nouvelles expériences avec des répondeurs de fond l'année prochaine à l'appui d'autres programmes de la Circulation océanique (LOA) et de la Géologie du milieu marin (CGA).

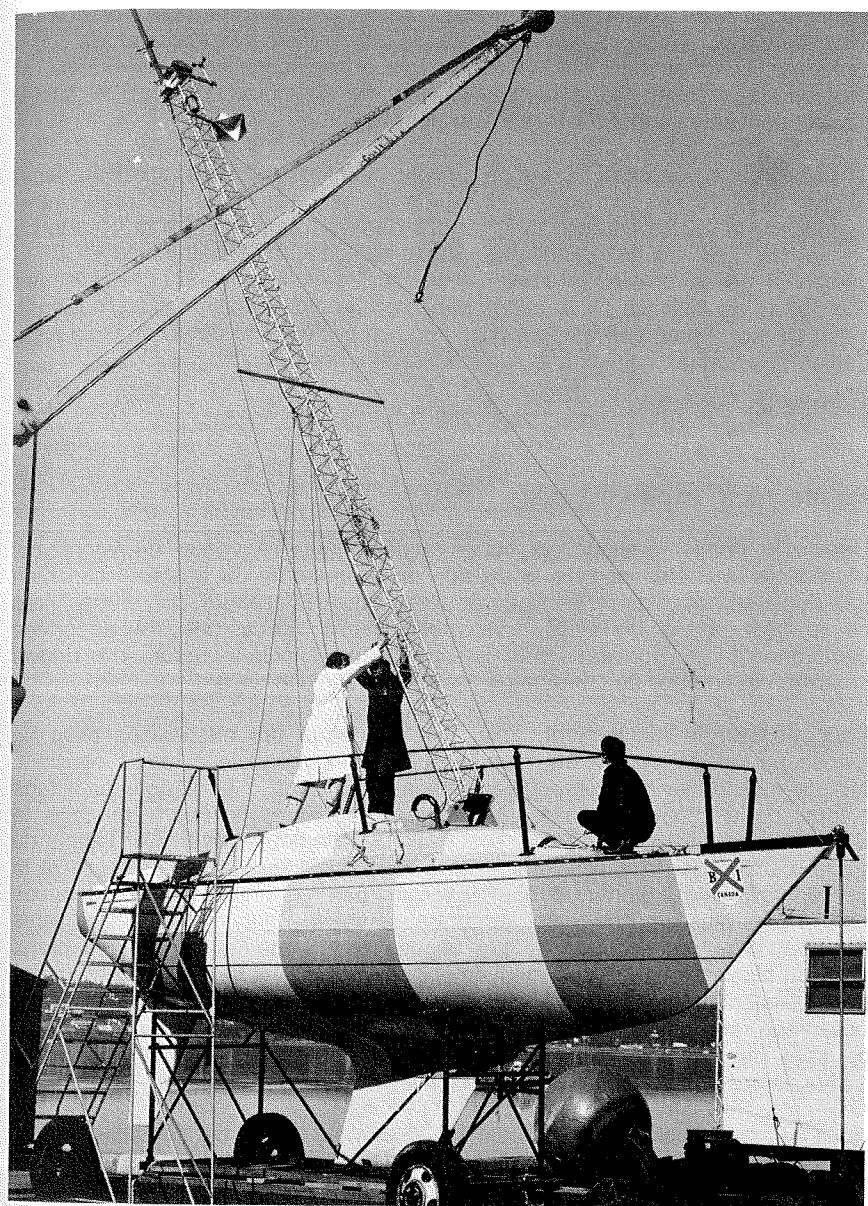
Depuis 1976 on travaille à la mise au point d'un système de positionnement à ligne de base courte utilisant deux transducteurs montés sur la coque et un hydrophone remorqué. L'appareillage électronique nécessaire à la mesure des signaux de l'hydrophone et à l'étalonnage du déploiement a été assemblé et essayé. Un appareil de calcul et de présentation des alignements et des relèvements, basé sur un microordinateur, a également été mis au point; il présente les alignements et les relèvements en temps réel. Les résultats des essais montrent que le système à ligne de base courte, tel qu'il est construit actuellement, ne peut donner de relèvements que dans un rayon de 2000 mètres et seulement lorsqu'on se sert d'un répondeur acoustique. Les problèmes viennent principalement d'un mauvais rapport signal-bruit, particulièrement lorsque le navire est en station, car les bulles créées par les hélices sont alors attirées sous le navire et devant les transducteurs.

La division aide également la société Huntex ('70) de Toronto, Ontario, à mettre au point un système de positionnement acoustique utilisant des transducteurs placés à une fraction de longueur d'onde les uns des autres.

D. McKeown, K. George, A. Atkinson, B. Hartling

Gestion de contrats

La division continue à assurer (avec l'aide de la division de Circulation océanique du LOA) la gestion scientifique du contrat avec la société Hermes Electronics pour le programme du Système canadien des données océaniques. Hermes a amarré une bouée faite d'un grand disque de fibre de verre sur le plateau Scotian, à 160 km au sud d'Halifax, pour enregistrer la vitesse et la direction du vent, ainsi que la pression et la température de l'air, pour la division d'océanographie côtière du LOA. Sauf une visite en mars pour changer les bandes de données, la bouée est restée en place de décembre 1976 à juillet 1977, fournissant des données d'excellente qualité. Le programme est maintenant centré sur la vérification du bon fonctionnement des détecteurs et l'analyse des données de mouvement de la bouée. Huit grandes bouées-disques à générateurs électriques ont récemment été vendues à la société américaine Cubic pour être utilisées par la marine des Etats-Unis.



La coque de yacht utilisée comme bouée océanographique est préparée en vue de son remorquage au lieu d'expérience. (IOB 4070-10)

Le Système canadien des données océaniques a encouragé Hermes à mettre au point des bouées dérivantes pour la FGGE (Première expérience mondiale du Programme mondial de recherches concernant l'atmosphère). Sur 20 bouées déployées dans l'Atlantique nord et sud, le Pacifique et la mer de Tasmanie, 17 ont donné des résultats continus au-delà de la durée prévue de leurs batteries. Plusieurs sont arrivées à terre avant l'épuisement de leurs batteries. Quelques-unes ont été récupérées et replacées dans les océans, et neuf bouées transmettaient encore au bout de 450 jours en mer; 78 autres bouées dérivantes sont en construction pour la FGGE.

La division a aussi fourni du temps de mer pour des essais d'ingénierie, ainsi qu'une aide et des conseils techniques et professionnels au programme Seabed de la société Huntec ('70); et elle participe activement à la gestion de ce contrat. Tout en ne gérant pas directement d'autres contrats de l'IOB, le personnel de la division a servi de lien entre les sociétés privées et les chercheurs de l'Institut. Nous avons par exemple aidé la division des poissons d'eau de mer à préparer les spécifications d'un système de détection biologique Batfish et à acheter celui-ci à la société Guildline Instruments.

J. Brooke, D. McKeown

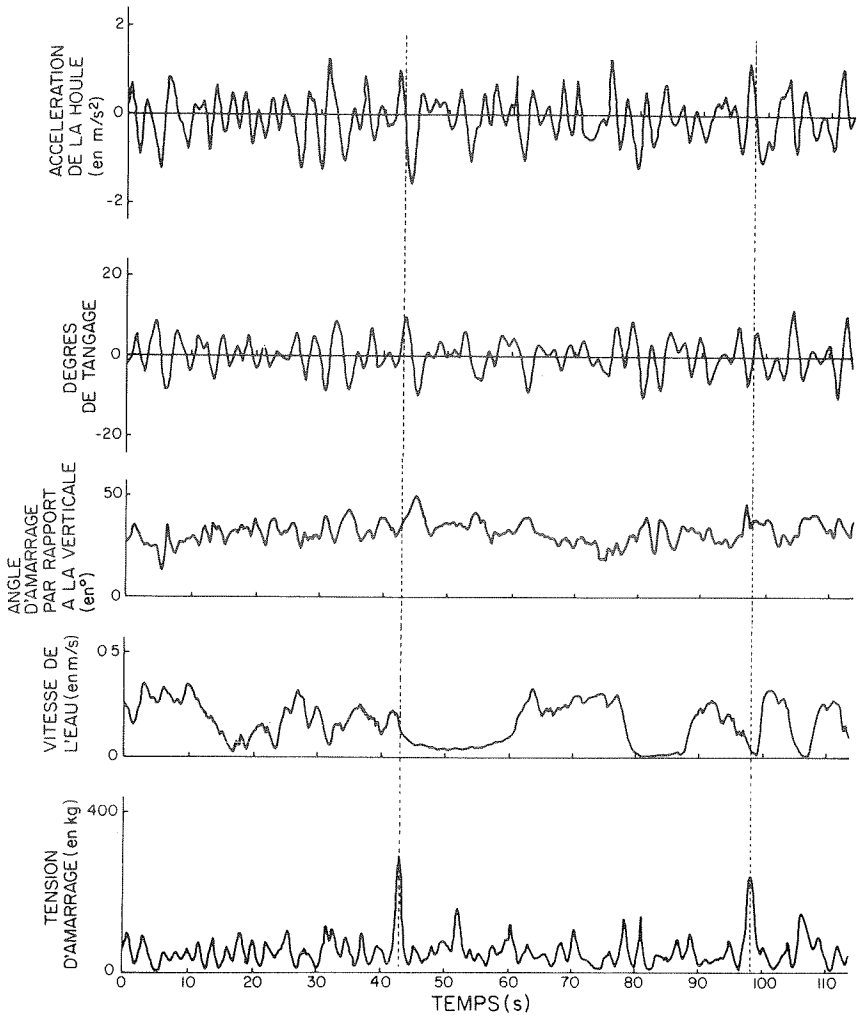
Bouée yacht expérimentale

Depuis le dernier Rapport, la bouée expérimentale à coque de yacht, qui représente la contribution de la division au programme du Système canadien des données océaniques, a été de nouveau mise à l'essai en pleine mer, près de la tour stable de l'IOB. Les modifications qui y ont été apportées comprennent un nouveau mât, un nouveau réflecteur radar, un nouvel amarrage (y compris du cordage de nylon), et l'addition de lest.

Pour mesurer le mouvement, trois accéléromètres ont été utilisés avec un gyroscope vertical ou ont été montés sur un long pendule à temps constant, afin de mesurer le mouvement directement sans avoir à le corriger pour tenir compte de la rotation de l'axe. Les mesures recueillies incluent le tangage, le roulis, le cap, la lame de houle, l'oscillation, la houle, la tension et l'angle du câble d'amarrage, la vitesse de l'eau le long de la coque et la vitesse et la direction du vent. Bien que nous n'ayions pas pu enregistrer de données pendant les plus grosses tempêtes, la bouée-yacht a survécu, dans des vents de 22 mètres par seconde et des vagues de 15 mètres de crête à crête, pendant plusieurs heures. Le mouvement de la bouée et la tension d'amarrage sont maintenant en cours d'analyse (avec l'aide de la division de Circulation océanique) afin de découvrir les réactions de la coque de yacht au vent et à la poussée des vagues. Les résultats sont comparés aux mesures de vagues obtenues par une bouée voisine de mesure de vague Wave-Rider.

Nous sommes maintenant en train de mettre au point, de construire et de mettre à l'essai un anémomètre plus robuste et plus durable, qui n'est pas influencé par le mouvement du mât. Une fois prêt, il sera installé sur la bouée-yacht. Il est prévu de réamarrer la bouée pendant l'hiver 1978 afin de vérifier son endurance et de recueillir de nouvelles données de mouvement et de météorologie. On étudiera aussi les hautes tensions et le fort roulis qu'a subis la bouée pendant la tempête mentionnée ci-dessus et d'autres tempêtes similaires.

J.-G. Dessureault, J. Brooks, D. Knox, D. Harvey



Echantillons d'enregistrements obtenus au cours de l'expérience de la bouée-yacht. (IOB 4608-6)

Soutien

De même que beaucoup d'autres équipes de l'Institut, la division de Métrologie apporte son aide aux programmes d'autres groupes. Particulièrement important est l'atelier de mise au point des appareils - groupe de techniciens de l'instrumentation qui créent, construisent et mettent à l'essai toute une gamme d'appareils pour le personnel de l'Institut. Ils administrent aussi des contrats d'usinage à l'extérieur et donnent aide et conseils aux sociétés privées canadiennes dans toute la mesure du possible.

P. Kingston, D. Knox, G. Connolly, W. Hall, E. Moody

Circulation océanique

La division de circulation océanique s'efforce de comprendre les phénomènes physiques qui se déroulent dans l'océan. Ces phénomènes déterminent la répartition et le transfert de la quantité de mouvement de la chaleur, du sel et de l'énergie dans toutes les profondeurs de l'océan, à des échelles horizontales variant de quelques mètres à des milliers de kilomètres et des échelles de temps allant des secondes aux siècles. A long terme ce travail nous met plus à même de prédire la réaction climatique de l'océan et du système océan/atmosphère, ou de prédire la répartition et les temps de présence des polluants introduits dans les océans du monde. Les projets entrepris par nos chercheurs appartiennent à trois catégories principales. Premièrement il y a les expériences sur le terrain destinées à mesurer les propriétés de vitesse, de température et de champs de salinité, sur des dizaines ou des centaines de kilomètres, pour des durées variant d'une demi-journée à plusieurs mois. On peut citer comme projets de ce type entrepris au cours des deux dernières années le projet de la mer du Labrador et les études de tourbillons à faible fréquence. Deuxièmement il y a les expériences sur le terrain destinées à mesurer les phénomènes à petite échelle spatiale et temporelle qui se produisent dans les océans et dans la couche limite de l'atmosphère, ce qui nous permet de déterminer les flux turbulents de chaleur, de vitesse du mouvement, etc., à l'intérieur de l'océan ou entre l'océan et l'atmosphère, et d'examiner ces échanges dans le contexte des champs à plus grande échelle qui les entourent. Ces expériences incluent les travaux sur la pression du vent et les flux de chaleur, sur les microstructures océaniques et sur la croissance des vagues en mer ouverte. Troisièmement il y a un certain nombre d'études théoriques et numériques de phénomènes océaniques physiques, qui sont quelquefois liées aux grands programmes sur le terrain (par exemple les modèles numériques de la mer du Labrador), ou indiquent des directions possibles pour de futurs programmes sur le terrain en explorant des aspects fondamentaux de la dynamique des fluides générale, liée au temps, baroclinique ou géophysique.

Les programmes de la division sont fréquemment menés en coopération avec les autres divisions de recherche du LOA. La coopération internationale se poursuit également, en particulier avec l'Institution océanographique de Woods Hole pour les études de tourbillons à faible fréquence, avec le Museum national d'histoire naturelle de Paris pour l'étude de convection profonde de la mer du Labrador, et avec de nombreux groupes européens et américains pour le projet JASIN (Expérience conjointe sur l'interaction air-mer).

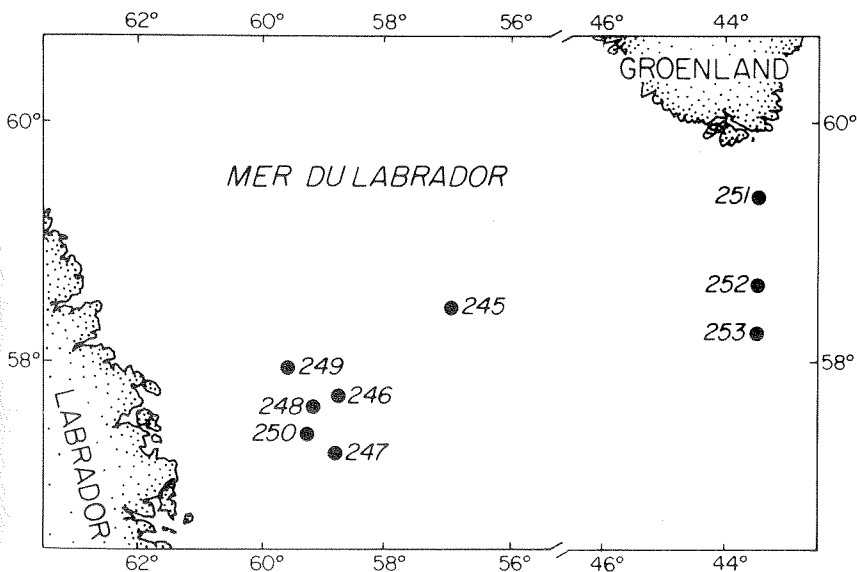
Nos chercheurs font aussi partie de nombreux groupes de travail et comités, nationaux et internationaux, qui cherchent à définir des programmes, à établir des normes, à organiser des projets conjoints et à décider quelles ressources océanographiques devraient être mises en œuvre dans l'avenir. A mesure qu'augmente la demande d'exploitation des richesses minérales et des ressources de pêche au large de nos côtes, c'est de plus en plus fréquemment que des industriels ou d'autres services gouvernementaux nous demandent conseils, données, évaluation ou assistance pour des plans d'ingénierie, des études d'effets sur le milieu ou des expériences de gestion des pêches.

R. A. Clarke

Projet de la mer du Labrador

Ce projet a débuté en 1976 et s'est poursuivi avec un grand programme sur le terrain en 1977 et 1978. Ses objectifs étaient d'obtenir: (a) de bonnes données sur le courant du Labrador à l'aide de déploiements de courantomètres amarrés et des levés répétés de conductivité-température-profondeur; (b) des estimations de l'écoulement vers la mer du Labrador et hors de celle-ci à travers le méridien de 44° ouest, que l'on pourrait utiliser comme situation de frontière ouverte dans un modèle numérique de cette mer; et (c) des mesures de la formation d'eau de la mer du Labrador par convection profonde durant l'hiver.

Le courant du Labrador. Le courant du Labrador coule le long de la côte est de Terre-Neuve et transporte de l'eau arctique froide et relativement douce vers le sud. Les océanographes ont depuis longtemps reconnu la forte influence de ce courant sur les pêches et le climat de l'Est du Canada. La première et seule grande étude de ce courant jusqu'à 1977 avait été faite de 1928 à 1933 au cours de ce que l'on appelle les expéditions Marion et Général Greene de la garde côtière canadienne. Les résultats de cette étude ont constitué pendant 50 ans la principale source d'informations sur cette région; mais les explorations pétrolières et l'établissement récemment d'une zone de pêche de 320 km ont rendu nécessaire une nouvelle étude utilisant des courantomètres amarrés à enregistrement interne, ainsi que des mesures effectuées à partir de navires. En octobre 1977 le CSS *Hudson* a mis en place cinq amarrages de courantomètres en travers du plateau et de la pente au large de Nain au Labrador, à des profondeurs de 140 à 1500 mètres. En outre 125 stations disposées en 13 lignes dans la largeur du plateau et de la pente ont été



Amarrages de courantomètres, mis en place en janvier et février 1978, sur la pente continentale au large de Nain au Labrador, et au sud du cap Farewell au Groenland. Il est à noter que l'échelle longitudinale est interrompue entre 46° ouest et 56° ouest. (IOB 5121)

occupées de la baie de Frobisher au détroit de Belle Isle. A chaque station la température, la salinité, l'oxygène dissous, les nitrates, les silicates et les phosphates ont été mesurés à diverses profondeurs, avec la coopération de la division d'Océanographie chimique du LOA. En janvier et février 1978 deux des amarrages mis en place en octobre ont été récupérés et six nouveaux amarrages ont été installés en travers et le long de la pente. Une autre série de stations a été occupée pour cartographier la branche du courant du Labrador la plus éloignée de la côte.

L'*Hudson* est allé récupérer les amarrages restants en juillet 1978. Cinq amarrages sur neuf avaient perdu la flottaison de leur partie supérieure et leur instrumentation, et deux avaient complètement disparu, probablement à la suite de rencontres avec des icebergs d'un tirant d'eau supérieur à 100 mètres.

Section du cap Farewell au cap Flemish. Trois amarrages de courantomètres ont été mis en place aux isobathes de 1.000, 2.000 et 3.000 mètres le long du méridien de 43°30' ouest, juste au sud du cap Farewell, pour deux mois à partir du début de février 1978. Au cours de cette période des stations de CTP ont été occupées le long de la ligne de courantomètres, ensuite vers le sud jusqu'au cap Flemish, et enfin à l'ouest le long du méridien de 47° ouest en travers du Passage Flemish jusqu'aux Grands Bancs de Terre-Neuve. Ces séries de données fourniront des estimations des écoulements des diverses masses d'eau vers la mer du Labrador et hors de celle-ci.

Etude de convection profonde. Dans certaines zones restreintes des océans du monde, le refroidissement hivernal accroît la densité de l'eau de surface qui se mélange alors à l'eau sous-jacente chaude et salée, et ensuite se refroidit de nouveau pour former une masse d'eau encore plus dense, et ainsi de suite jusqu'à ce qu'une grande partie de la colonne d'eau soit à la même densité. Ce processus peut produire un grand volume d'eau dense qui se répand alors en profondeur sous les eaux de surface à moindre densité, en s'éloignant de sa zone de formation, et forme une masse d'eau intermédiaire ou profonde. L'océan réagit ainsi aux variations climatiques en formant de l'eau profonde nouvelle, en quantités plus ou moins grandes selon la rigueur de l'hiver et, au cours de ce processus, de la chaleur est émise dans l'atmosphère.

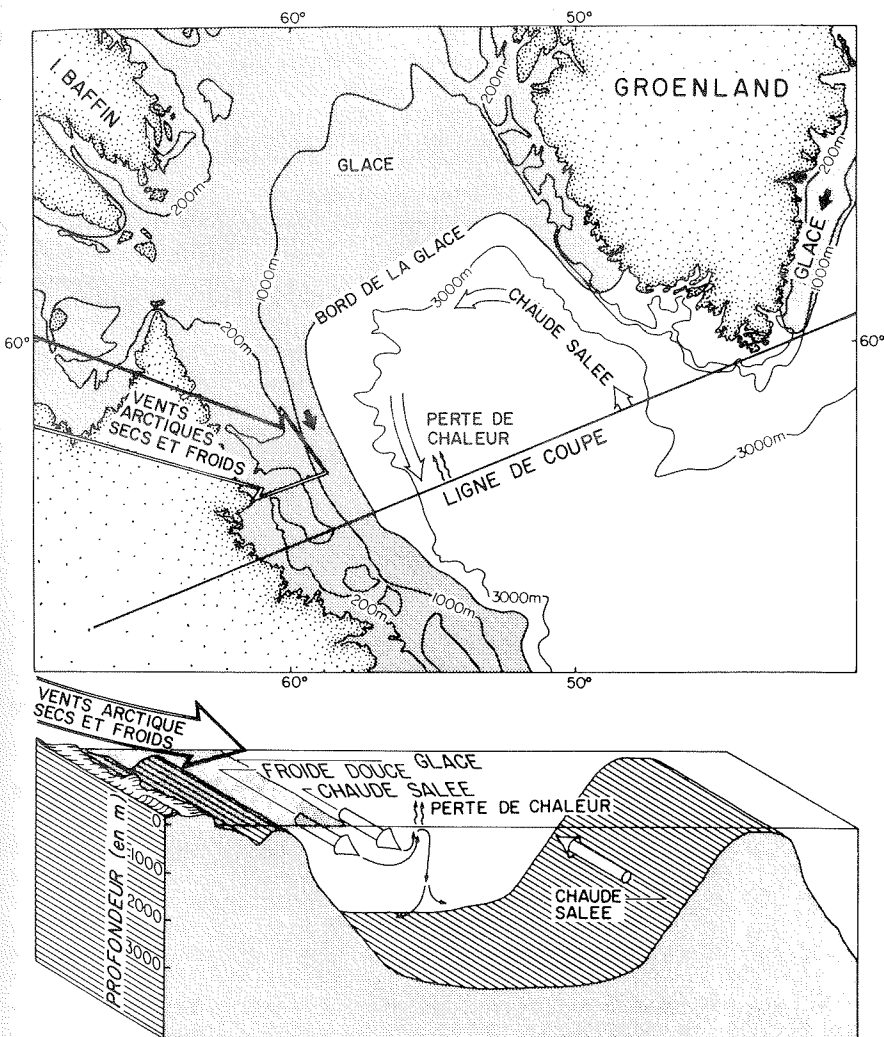
Une de ces zones est l'ouest de la mer du Labrador, où le mélange et le refroidissement au voisinage de la surface forment l'eau de mer du Labrador qui se répand dans l'ouest de l'Atlantique nord à des profondeurs d'environ 1500 mètres. Nous avons observé ce phénomène pour la première fois dans la mer du Labrador en mars 1976; nous sommes retournés l'étudier plus à fond en mars 1978, en compagnie de chercheurs français et de membres des divisions de Métrologie et d'Océanographie chimique du LOA. Des courantomètres verticaux ont été installés et observés pour mesurer les mouvements verticaux qui se produisaient à mesure que l'eau plus dense s'enfonçait. Le milieu océanique de la région de convection profonde a été observé à l'aide d'amarrages de courantomètres et de stations de CTP. On a également mesuré la concentration en oxygène dissous et le contenu en carbonate de l'eau pour acquérir une certaine connaissance des échanges gazeux entre l'atmosphère et l'océan.

Bien que le temps ait semblé être plus rigoureux en 1978 qu'en 1976, la convection profonde a été beaucoup moins active. Ceci est peut-être dû à l'existence en 1978 de périodes plus prolongées où soufflaient des vents du sud-est accompagnés de neige, au lieu des vents froids et secs du nord ouest

qui soufflaient en 1976. Cette année, presque toutes les phases du travail ont été rendues beaucoup plus difficiles par l'état de la mer et les embruns gelés, qui gênaient le personnel et nuisaient au bon fonctionnement des instruments.

Amarrages de longue durée sur le plateau du Labrador. Un programme d'amarrages de longue durée a été entrepris à l'automne de 1978 en vue d'obtenir jusqu'à dix années de données, que l'on puisse utiliser pour étudier les variations saisonnières et annuelles dans le courant du Labrador, puisque celles-ci peuvent influencer le climat et les pêches de la région. Trois amarrages proches du fond ont été placés dans le courant au voisinage du banc d'Hamilton; deux sur la pente du côté du large et un sur l'auge côtière marginale. Ils seront remplacés une fois par an.

R. A. Clarke, J. R. N. Lazier



Zone de la mer du Labrador où les mélanges d'eau de surface froide et douce et d'eau de profondeur chaude et salée subissent l'effet rafraîchissant des vents du nord ouest et forment l'eau de la mer du Labrador (IOB 5136)

Etudes de tourbillons à faible fréquence

Au cours des dix dernières années les océanographes ont appris qu'il se produit des fluctuations à faible fréquence (des périodes de semaines ou de mois) dans les variables océaniques telles que les courants et les températures, dans tous les océans du monde. Nous étudions ces fluctuations en maintenant des amarrages de longue durée dans plusieurs zones de l'Atlantique nord occidental, en particulier dans le Gulf Stream. L'étude des tourbillons océaniques dans le monde entier a révélé la grande variabilité spatiale de l'énergie contenue dans ces fluctuations, et en particulier un rapport entre les niveaux d'énergie de tourbillons et les systèmes de courant puissants tels que le Gulf Stream. L'un des principaux buts des études de tourbillons est d'examiner le lien entre les fluctuations qui varient avec le temps et la circulation générale.

De décembre 1975 à mai 1977 nous avons maintenu un déploiement zonal de trois amarrages profonds près du méridien de 55° ouest, au voisinage du Gulf Stream. Un quatrième amarrage, installé près du nôtre par l'Institution océanographique de Woods Hole au titre de leur participation au programme conjoint américano-soviétique POLYMODE, a été combiné avec les trois amarrages de l'IOB pour donner une gamme d'espacements allant jusqu'à 90 km. On a observé de puissants mouvements de remous dont la durée était d'environ 40 jours, avec des vitesses atteignant 60 centimètres par seconde; ceux-ci avaient une bonne corrélation à des intervalles de 50 kilomètres. A la profondeur de 4000 mètres où se situait l'expérience, les courants de remous étaient beaucoup plus forts que l'écoulement moyen, mais on a observé des courants moyens bien définis de quelques centimètres par seconde coulant vers l'ouest, en direction opposée à celle du Gulf Stream de surface.

En mai 1977 a été entreprise l'Expérience de Déploiement amarré de 50° ouest. Il s'agit d'un triangle de trois amarrages profonds, à des intervalles horizontaux de 50 kilomètres, situés au sud de l'axe du Gulf Stream moyen à 50° ouest. Des données seront recueillies pendant un an pour permettre d'étudier les caractéristiques de propagation des tourbillons à une profondeur de 4.000 mètres et d'acquérir les premières estimations stables de l'énergie de remous, de la force de Reynolds, et de l'écoulement moyen dans cette région, qui demeure l'une des grandes régions inexplorées de la giration subtropicale de l'Atlantique nord. En décembre 1978 les progrès réalisés par notre division au cours des dernières années dans le domaine de la technologie de l'amarrage permettront de prolonger le déploiement verticalement, au moins jusqu'à la profondeur de 1000 mètres dans la base de la thermocline principale. La région de l'Extension du Gulf Stream où est situé le déploiement de 50° est extrêmement intéressante pour les océanographes, et notre coopération passée et présente avec nos collègues de Woods Hole et d'ailleurs élargit beaucoup nos perspectives.

R. Hendry, R. F. Reiniger

Conductivité de l'eau normale

Pendant de nombreuses années les océanographes ont utilisé l'eau fournie par le Service d'eau normale de l' AISPO (souvent appelée jusqu'en 1975 'eau de Copenhague' et depuis 'eau de Wormley') comme étalon des déterminations de salinité. Récemment les salinomètres de laboratoire ont atteint un degré de précision suffisant dans la mesure du taux de conductivité pour faire apparaître

de légères variations du rapport conductivité - chlorinité de l'eau normale. Le Groupe de travail conjoint ONUSC/CIEM/CSRO sur les Tables et Normes océanographiques a demandé à quatre laboratoires, dont le LOA, d'entreprendre des déterminations précises du taux de conductivité de 26 échantillons d'eau normale. Ces mesures ont confirmé que la salinité de l'eau normale s'était écartée de jusqu'à 0,008 pour mille du rapport conductivité - chlorinité, mais restait généralement constante dans des limites de $\pm 0,003$ pour mille. Des mesures du rapport de conductivité, du pH et de la concentration en silice ont été faites sur deux échantillons différents par les divisions de Métrologie et d'Océanographie chimique du LOA, à différentes dates, depuis le prélèvement de l'eau et sa mise en ampoules hermétiques. Les résultats initiaux montrent que la concentration en silicates augmente bien avec le temps mais que les changements du pH et du taux de conductivité sont moins prévisibles.

C. K. Ross

Instrumentation

Le groupe technique a continué à soutenir le programme de recherches de la division en mettant au point de nouveaux instruments et de nouvelles méthodes, et en modifiant, entretenant et faisant fonctionner le matériel existant.

Trois courantomètres verticaux ont été construits en 1977 pour mesurer la convection profonde pénétrante. Ces instruments, qui sont une version modifiée de ceux mis au point à Woods Hole, sont des flotteurs à flottaison neutre qui sont suivis acoustiquement et qui enregistrent intérieurement la vitesse verticale, la température, la pression et le temps. Ils ont été lestés de façon à rester à la profondeur voulue, utilisés avec succès et récupérés sept fois au cours de l'Expérience de la mer du Labrador.

Les études destinées à améliorer nos techniques d'amarrage se poursuivent. Au cours des dernières années on a mis au point des méthodes permettant d'éviter la corrosion des câbles d'amarrage en acier inoxydable si bien que l'on peut installer des amarrages de longue durée avec une certaine confiance. Nous étudions le comportement de nos amarrages dans des courants forts, dans l'espoir de pouvoir installer des amarrages de longue durée au coeur de courants tels que le Gulf Stream.

N. S. Oakey, R. F. Reiniger

Mer du vent et échanges de chaleur

L'atmosphère fournit quantité de mouvement et chaleur à l'océan par des échanges à la surface de la mer. A l'intérieur de la couche atmosphérique qui est au contact de l'océan, la quantité de mouvement et la chaleur sont transportées par des fluctuations turbulentes de vent et de température. En mesurant ces fluctuations et en faisant la moyenne de leurs produits pour une durée appropriée (40 minutes), on obtient une mesure directe de l'action du vent et du flux de chaleur. Ces mesures doivent être effectuées à partir d'une plate-forme très stable, mais pas trop grande, sans quoi elle a un effet sur l'écoulement du vent autour d'elle. C'est pourquoi il n'avait pas été fait de mesures directes de l'action du vent et du flux de chaleur par ces techniques pour des vitesses de vent dépassant 15 mètres par seconde.

La division de Météologie du LOA a administré un contrat pour l'installation et l'entretien d'une grande plate-forme stable à 10 kilomètres du rivage près de l'entrée du port d'Halifax. A l'aide d'un anémomètre à poussée du vent, d'un thermistor et d'un jalon, on a obtenu des enregistrements de vent, de température de l'air et de hauteur des vagues échelonnés dans le temps. Un anémomètre hélicoïdal à réaction rapide et d'autres détecteurs, appartenant à l'Institut d'océanographie de l'Université de Colombie britannique, ont obtenu des mesures de turbulence similaires, souvent en même temps que les nôtres. Des séries de données ont été obtenues à des vitesses de vent atteignant 22 mètres par seconde.

On a observé une action du vent double de celles mesurées précédemment et des flux de chaleur six fois plus élevés. Quelques-unes des données d'action du vent ont pu être endommagées par le mouvement de la plate-forme; mais les mesures de flux de chaleur sont moins sensibles à ce problème. Le but final des mesures de l'action du vent est d'obtenir l'action du vent sous forme de fonction de la vitesse du vent. Cette fonction est généralement présentée ainsi:

τ (action) = $C_D U^2$, où C_D est le coefficient de traînée et U est la vitesse du vent. Des chercheurs avaient précédemment suggéré qu'au lieu d'être constant, C_D peut croître avec l'augmentation de la vitesse du vent. Nos résultats préliminaires indiquent qu'un tel accroissement du coefficient de traînée se produit en effet avec l'accroissement de la vitesse du vent. Par contre le flux de chaleur est une fonction linéaire du produit du vent par la différence de température air-mer pour toute la gamme de nos mesures.

A l'aide de ces données on a obtenu des valeurs d'action du vent et de flux de chaleur, à des vitesses de vent suffisamment élevées pour inclure la grande majorité des vents contribuant aux échanges mensuels moyens dans la plupart des régions océaniques. Les vitesses de vent plus élevées, tout en ne contribuant pas de façon importante à l'action moyenne, peuvent déterminer des phénomènes majeurs tels que les ondes de tempête et la formation d'eau de fond. On espère étendre ces mesures à des vitesses de vent encore plus élevées au cours d'une expérience qu'il est prévu de réaliser en mer du Nord, à partir d'une plate-forme de pétrole ou de gaz, avec le département des Sciences atmosphériques de l'Université de Washington.

S. D. Smith, R. J. Anderson, D. L. Hendsbee, F. W. Dobson

Echange air-mer de bioxyde de carbone

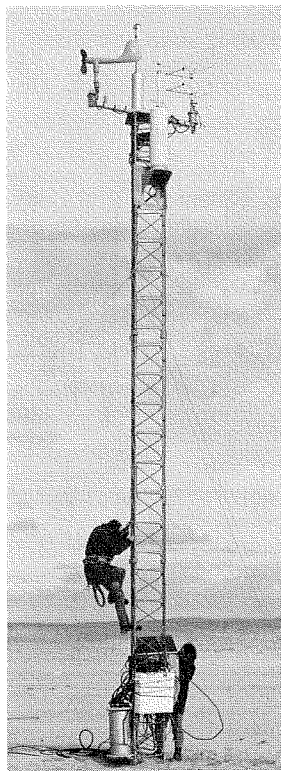
Dans le cadre d'un projet conjoint avec la division d'océanographie chimique du LOA, nous mesurons les fluctuations turbulentes de la concentration de bioxyde de carbone, ainsi que le vent, la température et l'humidité. L'analyse de ces données nous permet de mettre au point une méthode de détermination des taux de transfert de bioxyde de carbone entre l'atmosphère et l'océan. Des mesures ont été effectuées à une tour érigée sur la plage de l'île de Sable au cours d'une période de vents de mer, pour étudier cet échange dans une zone relativement dépourvue de sources locales.

S. D. Smith, R. J. Anderson, D. L. Hendsbee, F. W. Dobson

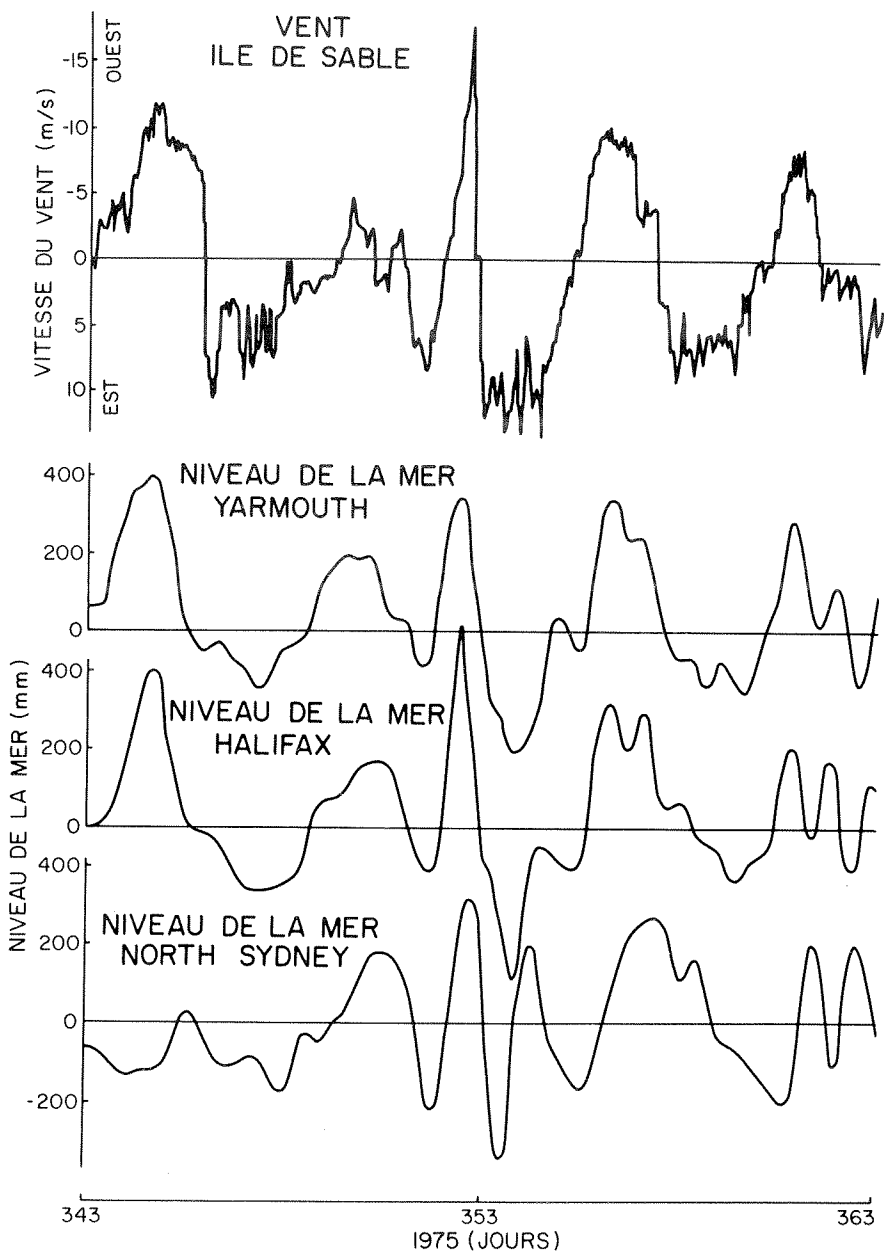
Etudes de croissance des vagues

Les recherches sur les phénomènes physiques qui sont à l'origine de la croissance de la houle du vent ont été centrées sur la mesure des fluctuations de pression de l'air provoquées par la houle. Entreprises au début des années

70 avec des mesures effectuées à partir de petites tours montées sur le fond dans les zones proches du rivage, les recherches ont maintenant été élargies pour inclure la mer libre. C'est là que se produit la plus grande partie du



Mesures d'échange de gaz carbonique entre air et eau dans les eaux situées au large de l'île de Sable en Nouvelle Ecosse en octobre 1978. En haut à gauche (de gauche à droite): anémomètre-girouette, détecteur de gaz carbonique et anémomètre acoustique. En haut à droite: tour de dix mètres sur la plage. En bas: tour, cabane du générateur et abri d'enregistrement des données. (IOB 5050-52, 53, 58)



Transport de masse en sverdrups dans la mer du Labrador et la baie Baffin. (IOB 5173)

transfert d'énergie et de quantité de mouvement, du vent à l'eau, et la question de savoir comment se fait le transfert (la génération de la houle joue un rôle important, mais personne ne sait de quelle importance) a un effet direct sur notre conception de la météorologie de surface et de l'évolution de la couche supérieure de l'océan. En outre la plupart des théories récentes de prédiction de l'onde basent leurs prédictions sur des estimations de taux de croissance de l'onde déterminés par des expériences dans les zones proches du rivage et il vaut la peine de noter que la plupart des mesures de "vent" à la surface de la mer, par satellites, que l'on propose (par exemple SEASAT ou 'satellite marin') seront en fait des mesures d'onde transformées en vents en inversant les systèmes de prédiction d'onde qui existent.

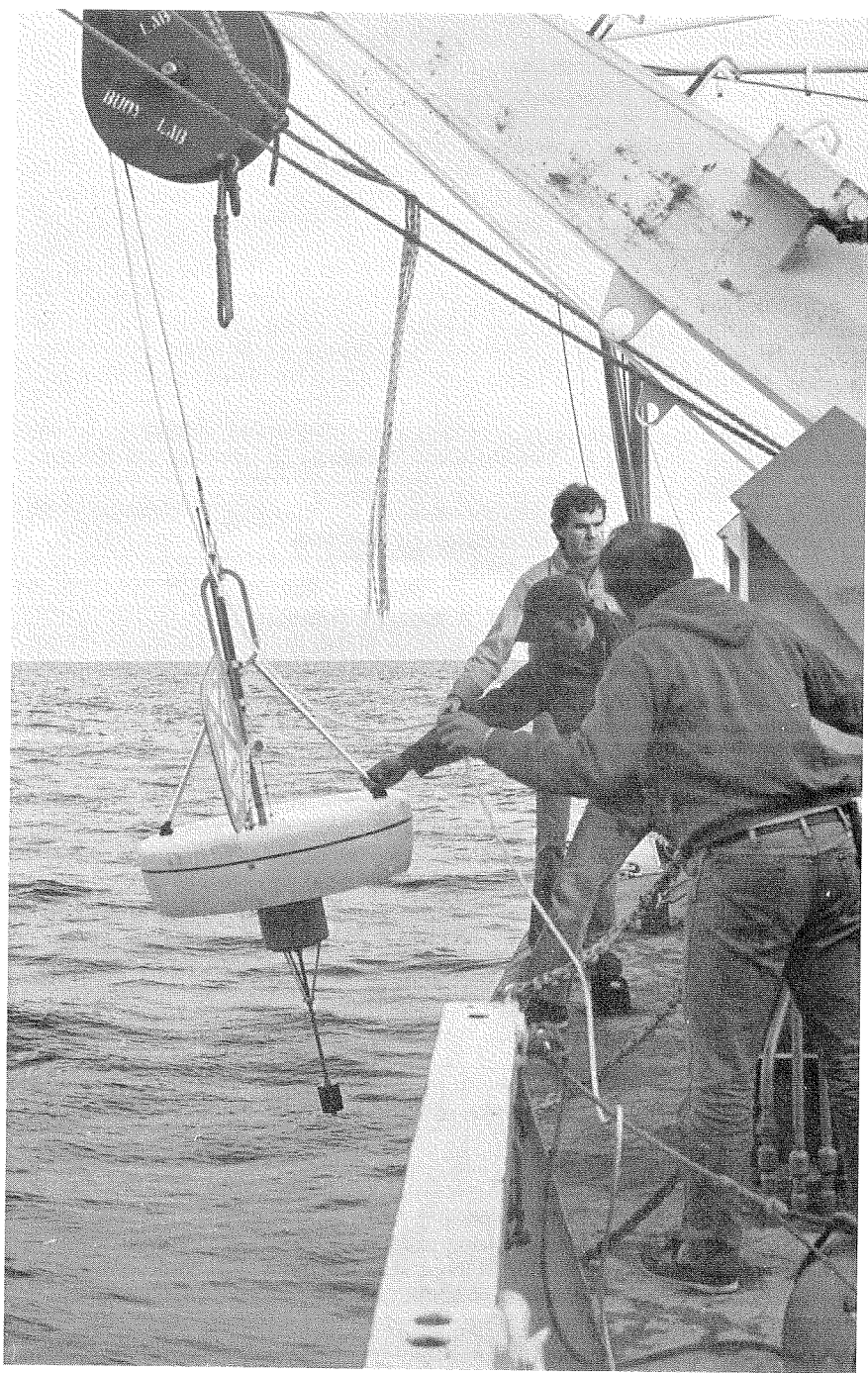
Pour mesurer les taux de croissance de l'onde en mer libre, Paul Thorburn, de la division de Métrologie, a conçu et construit une petite (de 1 à 2 mètres de diamètre) bouée de surface à détecteurs de tangage et de roulis, munie d'un détecteur de pression de l'air à haute définition. Cette bouée est destinée à être mise en place à partir d'un navire pour des périodes de 0,5 à 3 heures et à transmettre par liaison radio aux appareils d'enregistrement à bord du navire des données de pression de l'air, de levée véritable, de tangage, de roulis et d'orientation. Ces données peuvent alors être transformées en spectres de la direction des ondes, du tangage et du roulis et des spectres de l'énergie et de la quantité de mouvement que le vent apporte aux ondes.

Deux de ces bouées ont été utilisées en mer au cours de JASIN (Expérience conjointe d'interaction air-mer) 1978, à bord du R/V *Atlantis II* de l'Institution océanographique de Woods Hole. On a recueilli des données de haute qualité dans des vents légers et des données de mauvaise qualité dans des vents atteignant 25 noeuds, mais on ne les a pas encore analysées. Des chercheurs de l'Institut océanographique Scripps et de l'Université de Stanford ont mesuré en même temps le même champ d'ondes avec une bouée à détecteurs de tangage et de roulis dont les caractéristiques sont connues, et aussi avec un système radar, tout en utilisant lorsque c'était possible des mesures provenant des passages du satellite SEASAT-A de la NASA. Cette expérience pratique montre qu'il faudra apporter diverses modifications physiques à ces bouées avant de pouvoir les installer facilement à partir de n'importe quel navire et de pouvoir en attendre des données utilisables.

F. W. Dobson

Normes d'observation des vents marins de l'OMM

En tant que membre du Sous-Comité des normes de la Commission de météorologie marine de l'OMM, nous préparons des normes de moyenne de temps et de hauteur d'anémomètre pour la mesure des vents en mer. Le travail de documentation est maintenant presque terminé. Pour découvrir la meilleure moyenne de temps possible, on établira des moyennes à partir des séries comparées de données de vent existantes, provenant des bouées météorologiques placées devant le port d'Halifax (données comparées du Système canadien des données océaniques) et des navires de recherche et des bouées utilisés dans la cadre des programmes GATE (Première expérience mondiale du Programme mondial de recherches concernant l'atmosphère) et JASIN (Expérience conjointe d'interaction air-mer).



Bouée à roulis et tangage utilisée sur le RIV Atlantis-II dans l'Atlantique nord (à 300-400 kilomètres à l'ouest des Hébrides) au cours de JASIN 1978. (IOB 5097-20)

La théorie de la couche limite peut servir à estimer la vitesse du vent à une certaine hauteur standard à partir de données obtenues à un niveau différent. On se servira des séries existantes de données de profils de vent au-dessus de l'océan pour déterminer les erreurs que pourrait comporter une telle méthode.

F. W. Dobson

Etudes de microstructure océanique

Les variations des propriétés océaniques existent à toutes les échelles de grandeur, depuis les phénomènes de grande envergure comme le Gulf Stream jusqu'aux phénomènes de très petites dimensions (un centimètre environ). Les eaux à propriétés différentes sont agitées ensemble dans l'océan par l'action du vent, des ondes et des courants. En fin de compte les filaments d'eau sont si étroitement entremêlés que le processus final d'homogénéisation, dit mélange, peut se produire grâce aux phénomènes moléculaires de viscosité, de conductivité et de diffusion. Les fluctuations à petite échelle qui se produisent à ce dernier stade du mélange sont dites microstructures.

Au cours des deux dernières années nos études de microstructure ont visé à effectuer des mesures dans les couches de surface de l'océan. Nous utilisons un appareil mis au point récemment, l'OCTUPROBE III (sonde de turbulence océanique), pour obtenir des profils verticaux de fluctuations de température et de vélocité, de la surface jusqu'à 200 mètres de profondeur. Nous essayons, en obtenant de nombreux profils de la structure à petite échelle et en mesurant en même temps la structure à grande échelle à l'aide de CTPs, de courantomètres et de chaînes à thermistors, d'assembler un tableau des phénomènes qui introduisent de l'énergie dans la couche mélangée et la font s'enfoncer par le mélange de l'eau entraînée au fond.

Nous avons récemment participé à l'Expérience conjointe sur l'interaction air-mer (JASIN) destinée à étudier l'interaction entre l'atmosphère et l'océan en examinant autant d'échelles de variabilité que possible dans ces deux éléments. OCTUPROBE III a été utilisé pour obtenir la microstructure de vélocité dans la couche mélangée; il s'agit d'une mesure de l'énergie mécanique qui se dissipe en chaleur.

N. S. Oakey, J. A. Elliott

Etudes numériques de la mer du Labrador et de la baie Baffin.

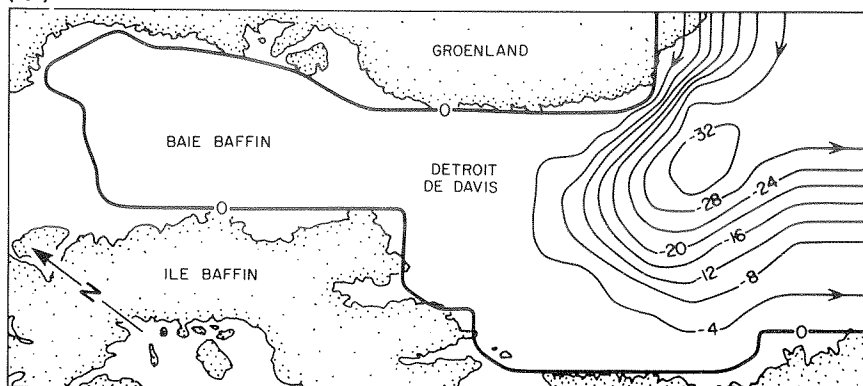
Nous cherchons à décrire à l'aide d'un modèle numérique la circulation générale de la mer du Labrador et de la baie Baffin, et à déterminer quels sont les facteurs importants qui contribuent à cette circulation. Nous avons adopté pour le faire passer sur le CDC 7600 de Dorval au Québec un modèle océanique numérique provenant de l'Université de Californie à Los Angeles, et nous l'avons modifié afin de mieux définir la topographie du fond et d'inclure la friction sur le fond, l'effet de tempêtes de force arbitraire et la route suivie par les tempêtes. Nous avons aussi programmé une transformation coordonnée de sorte que le modèle peut être utilisé à une orientation arbitraire en n'importe quel point du globe.

Ce programme a ensuite été utilisé pour des modèles barotropiques (pas de variation avec la profondeur) soumis à diverses influences extérieures, afin de voir l'effet de conditions limitrophes changeantes, de coefficients de friction sur le fond, et de facteurs de turbulence. Deux de ces cas expérimentaux sont

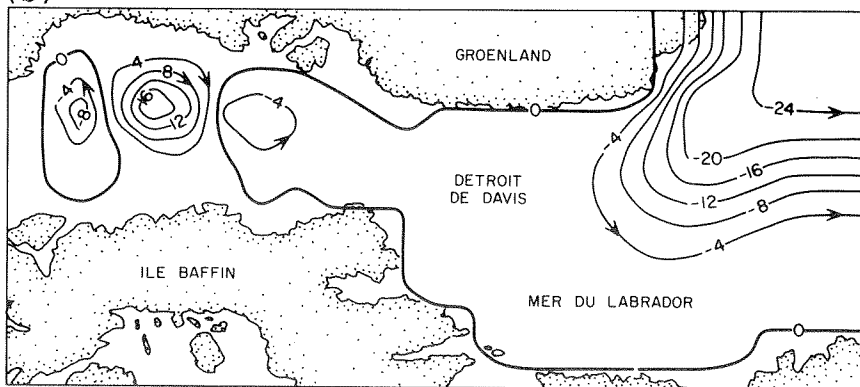
décrits sur les figures. Dans la figure (a) nous faisons passer un écoulement autour de l'extrémité sud du Groenland tandis que dans (b) nous appliquons à la surface de la mer une action du vent venant du nord ouest et décroissant du sud est au nord ouest. A l'intérieur de la mer du Labrador la circulation barotrope à grande échelle est similaire dans les deux cas parce qu'elle est déterminée essentiellement par la topographie. Bien qu'une répartition de l'action du vent puisse engendrer un type de circulation similaire à celui qui est observé, l'écoulement au sud du Groenland est d'une énorme importance pour la détermination de l'ensemble du transport de masse. On ne peut donc attendre de résultats raisonnables du modèle numérique que si l'on dispose d'estimations raisonnablement exactes des transports à travers la frontière orientale. Il faut aussi noter que dans aucun de ces deux cas l'écoulement venant de la mer du Labrador ne pénètre dans la baie Baffin par-dessus les eaux profondes du détroit de Davis. Pour obtenir de tels écoulements dont les observations indiquent qu'ils existent, on doit examiner un modèle baroclinique (variant avec la profondeur).

La baroclinicité a été partiellement étudiée à l'aide d'un modèle baroclinique de diagnostique, dans lequel le champ de densité choisi est celui qui a été observé. Le modèle calcule alors les écoulements compatibles avec le champ

(a)



(b)



Composante est-ouest du vent à l'île de Sable et changements de niveau de la mer (sans les marées) à Yarmouth, Halifax et North Sydney, en Nouvelle Ecosse en décembre 1975. (IOB 4501-4)

de densité en réaction aux forces qui s'exercent à la surface de la mer et aux limites. Ce modèle a fonctionné avec des données arbitraires mais pas encore avec des données réelles. Comme les données en provenance de certaines zones sont éparses et dispersées dans le temps et comme le champ de densité change avec le temps, il est difficile de choisir un champ de densité qui soit représentatif de la sorte de densité moyenne convenant à un modèle diagnostique de ce genre.

Lorsque le travail sur le modèle diagnostique sera achevé, le modèle sera une fois de plus transformé pour permettre au champ de densité d'être modifié par le champ d'écoulement (modèle baroclinique de prognostique); ce dernier modèle servira alors à isoler et étudier les phénomènes physiques réels. A ce stade, des modèles à quadrillage plus petit, plus fin, intégrés dans le grand modèle, peuvent être mis au point pour étudier les phénomènes à plus petite échelle qui pourraient exister. Ceci a déjà été fait au stade du modèle barotrope, où le modèle à échelle plus fine de la région du banc d'Hamilton a montré que la topographie locale tend à diviser le courant du Labrador en une branche côtière et une branche plus au large.

C. Quon, K. T. Tee

Modèles de marée à trois dimensions

Les modèles de courants de marée dans les zones peu profondes se sont généralement servi d'équations à profondeur moyenne. Dans certains cas, par exemple le calcul des flux de sédiments et de polluants, il faut connaître le profil de vitesse parce que la concentration de ces matériaux varie avec la profondeur. La prédiction des courants à partir de modèles numériques à plusieurs couches est très inefficace et très compliquée et donne une mauvaise définition verticale. Nous avons mis au point des modèles simples pour calculer les courants oscillants de premier ordre et les courants résiduels de deuxième ordre, et nous avons étudié la dynamique qui intervient. Afin de déterminer la meilleure forme de facteur de turbulence verticale et de vérifier le modèle, trois amarrages de quatre courantomètres chacun ont été installés pour deux mois à l'entrée de la baie Chignectou en Nouvelle Ecosse (avec le CGA). Les futurs modèles comprendront divers mécanismes d'action autres que les marées tels que le vent et l'écoulement de densité.

K. T. Kee

Modèles de circulation pour les estuaires

L'établissement de modèles numériques des circulations estuariennes se heurte à deux grandes difficultés: le choix d'un coefficient de facteur de turbulence verticale et le problème de la limite ouverte, qui fait intervenir la réaction, dans la zone limite estuaire-océan, aux divers mécanismes d'influence tels que le vent et l'écoulement du fleuve. Dans cette étude nous mettons au point un modèle simple à deux dimensions (chenal) et à faible fréquence qui servira à étudier le problème de la limite ouverte. Nous espérons arriver un jour, par des calculs théoriques et des observations expérimentales, réalisées en coopération avec les chercheurs de la division d'océanographie côtière du LOA, à résoudre ces deux difficultés, et à établir des modèles valides de la circulation dans les systèmes stratifiés. Notre but final est d'appliquer ces modèles à quelques-uns des bassins côtiers, tels que le golfe Saint Laurent.

K. T. Kee, T. H. Lin

Etudes de fluides en rotation et de fluides stratifiés

Dans l'océan comme dans l'atmosphère, l'instabilité baroclinique des courants cisailés est un mécanisme important de conversion d'énergie d'échelle moyenne. Nous avons récemment examiné des phénomènes numériquement et barocliniquement instables, qui sont bien définis et qui peuvent être étudiés en laboratoire. Un de ces problèmes est l'instabilité baroclinique dite symétrique qui est dite avoir été observée au début des années 70 dans un écoulement en laboratoire; résultat toutefois controversé. J'ai simulé le système numériquement et espère pouvoir bientôt mettre fin à cette controverse.

Un problème directement lié au précédent est celui qui concerne les oscillations spatiales dans un fluide en rotation inégalement chauffé; ce problème a été récemment étudié analytiquement par d'autres; il se rattache à la question de l'existence de zones étroites d'enfoncement dans les océans. J'ai confirmé avec succès la théorie linéaire et ai étendu mes recherches au régime élevé non-linéaire.

Le problème de l'interaction non-linéaire en triade des ondes annulaires barocliniques à amplitude limitée, dans un courant zonal cisailé et continuellement stratifié, constituera notre prochain sujet d'étude. Un algorithme mathématique a été formulé et publié. Nous espérons pouvoir étudier la vacillation des ondes barocliniques de façon beaucoup plus détaillée qu'elle ne l'a été jusqu'ici.

C. Quon

Etudes du plateau continental

Des analyses précédentes avaient établi entre le niveau de la mer sur la côte et le temps local un rapport à l'échelle de temps synoptique, dans lequel un modèle de réaction assez simple, barotrope et frictionnel expliquait les principales caractéristiques de leur lien. Mais le modèle barotrope n'est pas suffisant comme modèle de circulation des eaux du plateau. La topographie variable, combinée à une stratification de densité donne une configuration de courants extrêmement variable. Des études théoriques ont été poursuivies pour examiner la réaction baroclinique à l'action du vent, en s'attachant à l'échange d'eau au bord du plateau en vue d'obtenir des estimations de l'intrusion d'eau du large sur le plateau, en particulier pendant les périodes de grand vent.

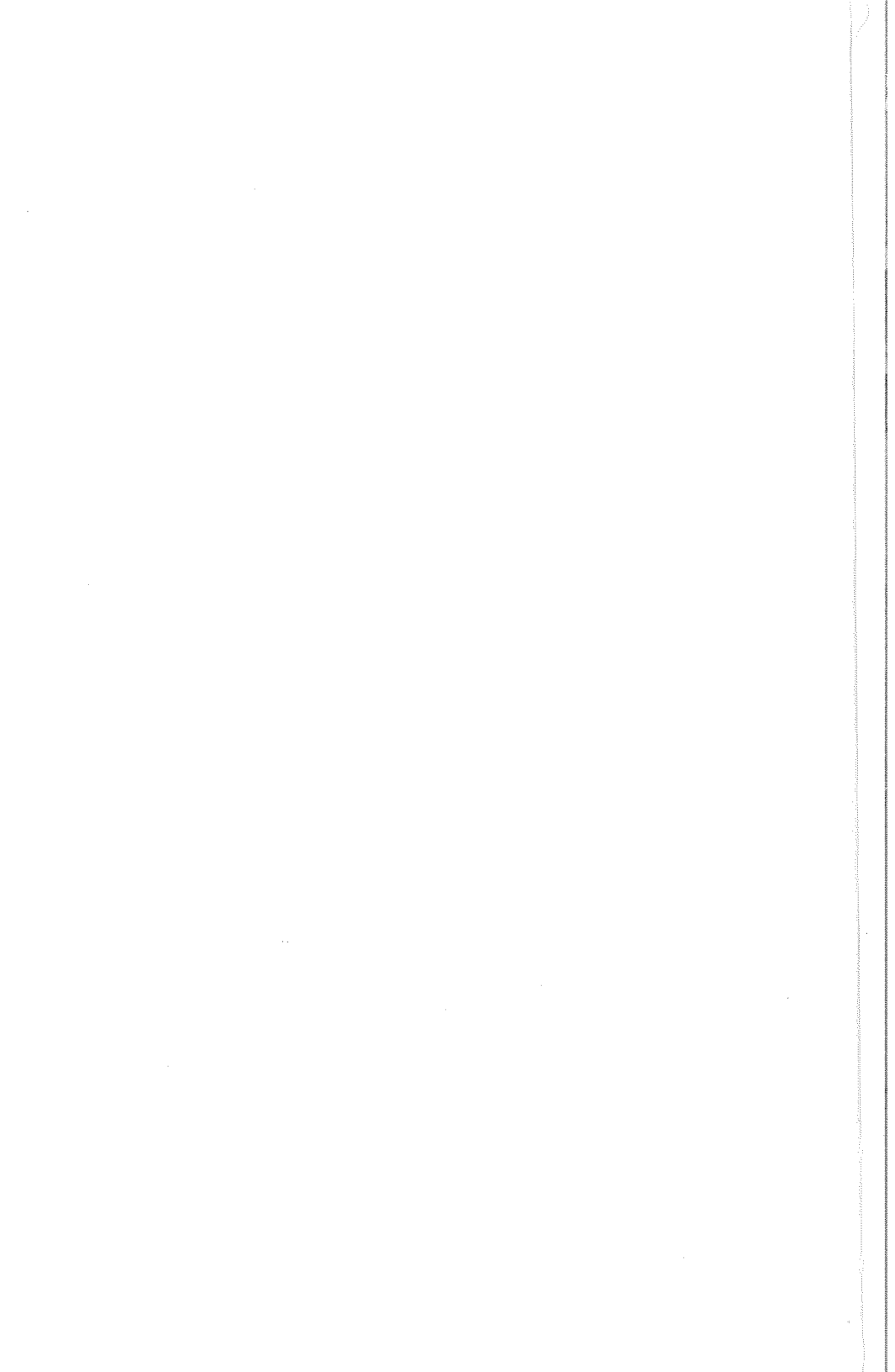
H. Sandstrom

Circulation océanique à grande échelle et répartition de certaines propriétés

Le but de ce programme est d'acquérir une certaine connaissance des phénomènes qui régissent les répartitions à grande échelle dans les océans de la vorticité potentielle et de la masse ainsi que de la chaleur, du sel et des divers paramètres chimiques. Le travail se poursuit sur deux problèmes: l'instabilité baroclinique des modèles advectifs pour la principale pycnocline océanique et la possibilité d'utiliser la répartition de la vorticité potentielle à grande échelle pour déterminer la répartition des vitesses absolues dans l'océan.

Nous savons que les modèles advectifs peuvent décrire bien des caractéristiques de la principale pycnocline océanique et aussi que les phénomènes qui traversent l'isopycne sont d'importance relativement faible. Mais on ne sait pas quels sont les phénomènes océaniques qui déterminent le rapport fonctionnel entre les trois quantités conservées (la masse, la vorticité potentielle et la fonction de Bernoulli), ni même s'il existe un rapport unique dans un bassin océanique comme le prédit la théorie. L'océan est peut-être proche de son état le plus stable - un état dans lequel il y a un rapport simple entre les seules masse et vorticité potentielle. Nous avons examiné la stabilité de ce système et constatons qu'en fait les taux de croissance des perturbations linéaires sont très faibles.

G. T. Needler

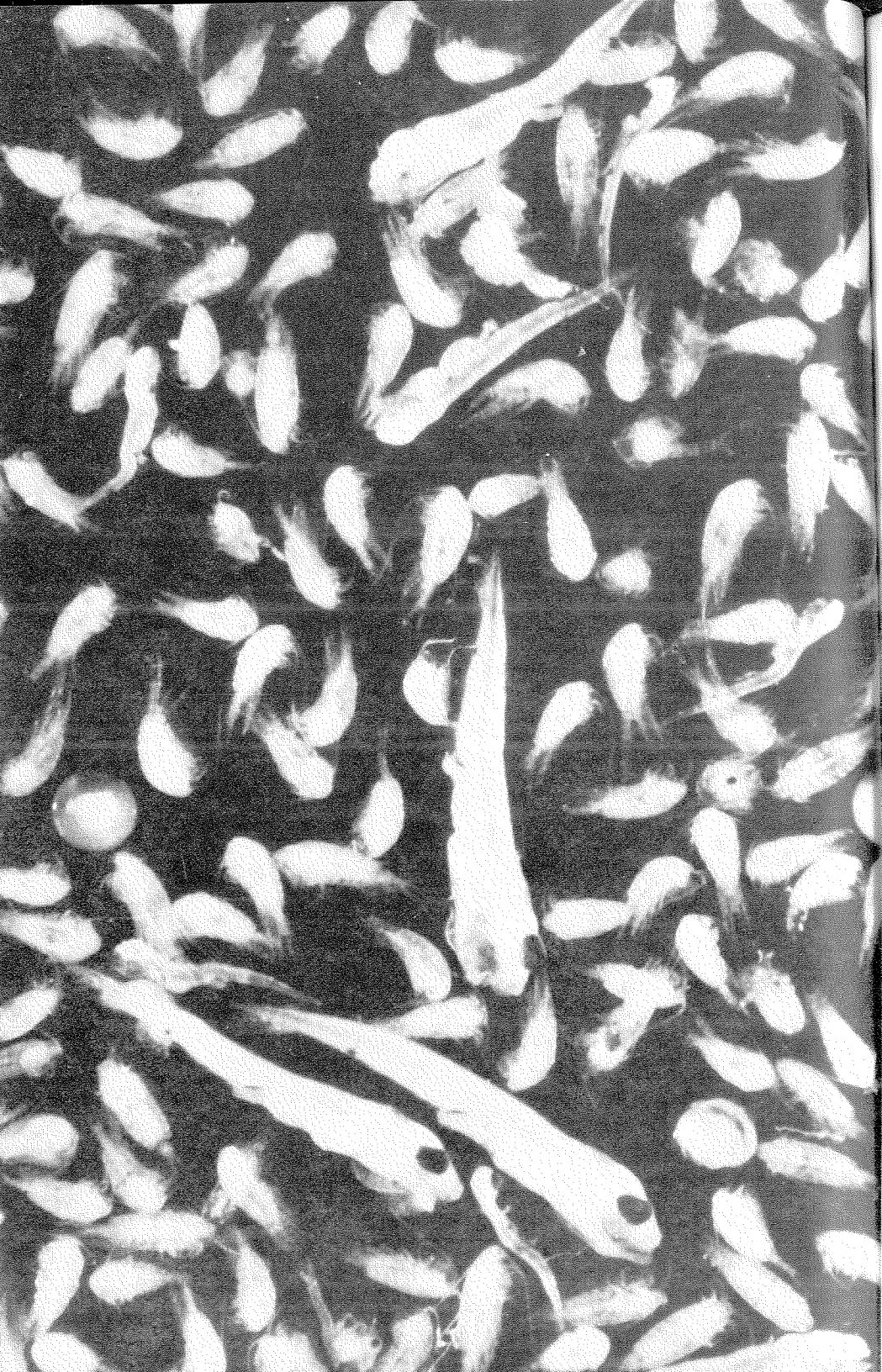


A.2

Laboratoire d'écologie marine
Sciences océaniques et aquatiques, Atlantique
Ministère des pêches et de l'environnement

Directeur — A.R.Longhurst

- Division d'océanographie biologique
- Division de la qualité de l'environnement
- Division d'océanographie des pêches



Notes du directeur

Le travail du Laboratoire d'écologie marine (LEM) s'est poursuivi durant une période de réorganisation au cours de laquelle a été confirmé son rôle - faire de la recherche écologique fondamentale pour aider à bien gérer les ressources naturelles - dans l'organisation du nouveau Ministère des pêches et des océans.* Le LEM comprend trois divisions de recherche (océanographie biologique, océanographie des pêches et qualité de l'environnement) qui collaborent pour la réalisation de ses projets de recherche.

Au bout d'une décennie et demie de recherche fondamentale au LEM, il est temps d'examiner ce qui a été accompli. Au cours de cette période le besoin qu'a le gouvernement de connaître le fonctionnement des écosystèmes marins n'a fait que croître et est aujourd'hui plus pressant qu'il ne l'était lors de la création du LEM en 1965; aux besoins dans le domaine des pêches qui sont à l'origine de la création du Laboratoire se sont ajoutés ces dernières années de nouveaux besoins, relatifs à la pollution marine et aux forages pétroliers sous-marins.

On en est venu aussi à réaliser au cours des dix dernières années que la gestion des ressources marines, au Canada et ailleurs, était jusque là fondée sur des présuppositions écologiques simplistes qui ne tenaient pas compte des complexités des rapports écologiques dans la réalité. Il nous semble maintenant incroyable que nous ayons pu apparemment ignorer la possibilité de l'accumulation de substances chimiques persistantes dans la chaîne alimentaire lorsqu'on a commencé à utiliser les pesticides, ou que les réglementations de pêche aient pu ne reposer que sur l'analyse numérique de la population d'une seule espèce de poissons. Et pourtant tel était le cas il n'y a guère plus de dix ans, d'où plusieurs échecs retentissants dans la gestion des ressources. En raison du nombre de voies possibles pour l'écoulement d'énergie, de matériaux ou d'information à l'intérieur des organismes et entre eux, et parce qu'elle intègre biologie, physique et chimie, l'écologie est la plus problématique des sciences naturelles. Les difficultés qu'elle présente sont en fait si grandes qu'une grande partie de l'écologie a été fondée sur le développement de concepts non-numériques qui, n'étant pas prédictifs, ne peuvent être ni vérifiés ni infirmés.

Néanmoins la compréhension des phénomènes écologiques progresse beaucoup plus rapidement qu'on en a parfois l'impression, sans qu'il y ait toutefois rien eu de comparable dans les dix dernières années à l'effet unificateur de la théorie des plaques tectoniques sur les sciences de la terre. Etant donné la nature de l'écologie on ne doit pas s'attendre à des découvertes si frappantes, mais leur absence ne doit pas faire oublier la réalité des progrès récents. Ceux-ci n'ont pas été réalisés isolément mais grâce aux contributions des écologues du monde entier: les chercheurs du LEM ont joué un rôle important dans ce processus et le laboratoire s'est acquis une réputation internationale enviable au cours des dix dernières années - celle d'avoir éclairé des aspects de l'écologie marine qui sont reconnus indispensables à notre compréhension du fonctionnement de l'écosystème et à sa gestion.

*Le nom Pêches et océans a été introduit en mai 1978. Comme la plupart des travaux passé en revue ici ont été réalisés dans le cadre de l'ancien ministère des pêches et de l'environnement, on a gardé ce nom.

Les projets de recherche de LEM ont porté surtout sur les phénomènes biologiques et biochimiques sur lesquels repose le fonctionnement des écosystèmes marins. Pour citer quelques exemples: le LEM a contribué de façon importante à la connaissance de la physiologie de la croissance chez les poissons, et de l'efficacité avec laquelle ils utilisent leur nourriture, ainsi qu'à celle de l'efficacité de la capture et de l'utilisation des particules alimentaires par le zooplancton; les chercheurs du laboratoire ont étudié la physiologie du processus photosynthétique chez le phytoplancton et son adaptation aux régimes d'illumination, et ils ont fait progresser notre aptitude à prédire les temps et les niveaux de la production primaire. Ils se sont particulièrement attachés aussi à l'examen de la structure des écosystèmes et des rapports entre les biota qui les composent; l'éventail des études à ce sujet va de l'analyse numérique théorique des écosystèmes à l'étude détaillée sur le terrain d'écosystèmes marins typiques, en passant par l'examen des écosystèmes comme simples spectres de tailles de particules.

Des projets du LEM ont été consacrés à l'étude de la variabilité de l'abondance des populations de poissons, tant à grande échelle par l'examen de la réaction des populations de poissons à des événements lointains et à des tendances du milieu physique, qu'à petite échelle par l'analyse des stratégies de reproduction et des mécanismes de survie larvaire de populations prises individuellement. Les études sur le terrain ont été effectuées aussi bien dans les baies de la Nouvelle Ecosse que dans des situations stables en plein océan; elles comprennent actuellement l'étude d'une baie à grandes marées dotée d'un écosystème d'estuaire très modifié, la baie de Fundy, et un programme multidisciplinaire dans la baie St Georges qui éclair beaucoup les mécanismes qui régissent la productivité des pêches côtières, particulièrement celles du golfe méridional du St Laurent. Ces dernières années l'attention s'est portée sur les effets de la contamination sur les biota marines, notamment les effets subtils mais critiques sur les populations biotiques de niveaux sublétaux de contaminants pendant de longues périodes, forme de contamination qui échappe actuellement au contrôle des services de réglementation.

Ces travaux se sont poursuivis dans le contexte d'une demande sans cesse accrue de renseignements écologiques en vue de l'élaboration de politiques de gestion, et d'un élargissement de la gestion des ressources naturelles qui inclut maintenant l'évaluation de l'effet des technologies nouvelles sur les océans et de l'efficacité des règlements destinés à contrôler cet effet. Les projets de recherche du LEM portent surtout sur des domaines où l'incertitude écologique entrave le développement de pratiques de gestion plus satisfaisantes: par exemple, en ce qui concerne les pêches, notre travail vise spécifiquement à résoudre les grandes énigmes: pourquoi le succès et le recrutement d'une classe d'âge sont-ils si variables d'une année à l'autre? comment les populations de poissons répondent-elles aux transformations lointaines et de longue durée du milieu? qu'est-ce qui régit la capacité d'un habitat marin? et comment des populations de poissons comprenant plusieurs espèces réagissent-elles à la réduction artificielle de l'abondance de l'une de leurs espèces composantes?

L'évolution rapide des techniques de gestion, qui a lieu maintenant au Canada et ailleurs et qui tend à remplacer les pratiques simplistes des premières décennies de réglementation des ressources de l'océan par des pratiques plus éclairées et écologiquement plus saines, n'est possible qu'en raison des progrès accomplis par l'écologie marine au cours des 20 dernières années, et des débuts de quantification et de prédiction de ce qui n'était jusque là que de simples concepts invérifiables. L'application de cette compréhension plus

approfondie à la gestion partique ne peut, de par la nature des choses, se faire à partir d'un rapport isolé d'offre et de demande; les administrateurs canadiens doivent rechercher dans le monde entier les contributions écologiques dont ils ont besoin aussi bien qu'au Canada même, où le travail du LEM a joué un rôle important au cours de cette période de formation de l'écologie appliquée. Toutefois, sans vouloir nier les progrès de l'écologie, il faut reconnaître que nous sommes encore loin d'en arriver à une synthèse générale.

Une grande partie du travail de recherche du LEM se fait en collaboration étroite d'une part avec les services chargés plus directement de la gestion des ressources tels que la Direction de la gestion des pêches et le Service de gestion environnementale, et d'autre part avec les écologues et les océanographes des universités canadiennes et étrangères. Le LEM a aussi apporté une contribution directe et importante au processus de gestion à plusieurs niveaux: il a donné des conseils au sujet de la loi sur l'immersion des déchets en mer, de la loi sur les pêches et de la loi sur la contamination de l'environnement; le LEM répond régulièrement à des demandes d'évaluation de déclarations d'effets sur l'environnement, concernant pour la plupart l'exploration pétrolière dans l'Arctique; il a donné ses conseils pour l'évaluation du projet EAMES (Etudes sur le milieu marin de l'Est de l'Arctique) et de l'avant-projet d'étude des effets sur le milieu d'un éventuel barrage dans la baie de Fundy. Une aide importante a été fournie à l'Agence canadienne pour le développement international sous forme de participation du LEM au programme d'étude des pêches péruviennes organisé par cette Agence en 1977, et la réception à l'IOB de nombreux chercheurs de l'Instituto del Mar del Peru à des fins de formation et de recherche en collaboration en 1978. Le LEM a également aidé les chercheurs de cet Institut à établir une station expérimentale à Callao et à entreprendre des études physiologiques des larves d'anchois d'une importance critique.

Un colloque international sur le "Recovery Potential of Oiled Marine Northern environments" (Possibilités de rétablissement des milieux marins septentrionaux atteints par une marée noire) s'est tenu à Halifax en 1977, à l'initiative du LEM, avec la participation de 200 chercheurs; les travaux de cette importante réunion sont déjà entièrement publiés.

Enfin certains chercheurs ont été très actifs dans les organisations internationales, aussi bien dans les organismes régionaux tels que la CIPANO (Commission internationale des pêches de l'Atlantique nord-ouest) et le CIEM (Conseil international pour l'exploration de la mer), que comme participants et organisateurs de nombreux groupes de travail scientifiques patronnés par la CIO, l'UNESCO, le CSRO, l'OTAN et la FAO.

Plus que dans les autres sciences naturelles, le progrès de l'écologie ont souffert du durcissement trop rapide d'hypothèses en dogmes car c'est chose plus facile que de poser les séries de questions critiques nécessaires à la vérification des hypothèses; mais sans poser ces questions, on ne saurait faire de nouveaux progrès. C'est en fonction de ce critère qu'est élaboré le programme de recherches du LEM. Les progrès effectués dans la réalisation de ce programme au cours des deux années qui viennent de s'écouler sont décrits brièvement dans les pages qui suivent.

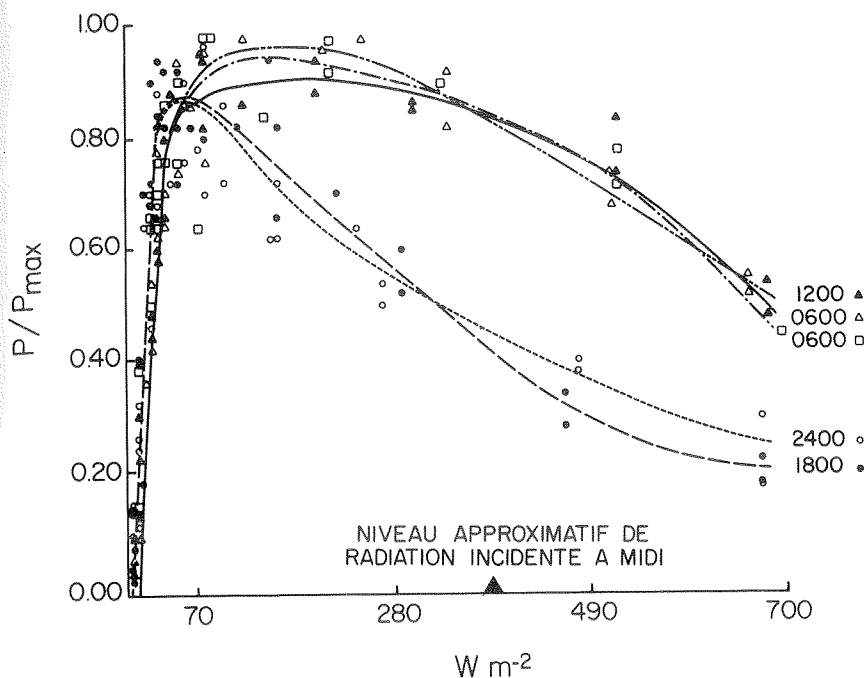
A. R. Longhurst
Directeur
Laboratoire d'écologie marine

Océanographie biologique

Gérer une industrie sans comprendre chaque étape de la fabrication du produit mènerait certainement à la faillite. Par analogie tout plan de gestion à long terme de ressources renouvelables telles que nos pêches commerciales demande aussi une bonne compréhension de la façon dont fonctionne le système biologique à chaque étape du processus de production. Les programmes d'océanographie biologique du LEM sont destinés à combler des lacunes critiques dans notre connaissance du fonctionnement des écosystèmes océaniques. Nous réexaminons par exemple, à partir de concepts développés récemment, la dynamique du phénomène de photosynthèse et les facteurs qui déterminent l'efficacité de la conversion de l'énergie solaire en matière organique, en même temps que nous quantifions les mécanismes et les taux de transfert de cette énergie et de ces matériaux au reste du réseau alimentaire. L'efficacité d'un système de production, par rapport aux matières premières qui lui sont fournies, qu'il s'agisse de poissons ou d'automobiles, dépend de l'équilibre entre les pertes de chaleur (énergie) et la croissance (ou produit fini accumulé). Les phénomènes de réaction (ou 'feedback'), nécessaires au maintien en fonctionnement de n'importe quel système, sont les principales sources de perte de chaleur et pourraient donc; dans la nature, être au moins aussi importants pour la détermination des rendements exploitables que la quantité initiale de matériaux produits dans une chaîne alimentaire. A titre d'exemple d'un type de réaction fonctionnant dans un système de production naturel, la photosynthèse requiert un apport continu de substances nutritives, dont la plupart sont recyclées, dans la mer, par des phénomènes générateurs de chaleur. Aussi bien les micro-organismes, tels que les bactéries, que les animaux plus grands, tels que le zooplancton ou le benthos, décomposent certains des produits de la photosynthèse et libèrent ainsi des composés nutritifs, mais on connaît mal l'importance relative des ces deux groupes d'organismes dans la zone pélagique et on ne connaît pas non plus exactement le taux total combiné des substances qu'ils libèrent. Autre aspect de ce problème général, l'efficacité du transfert est aussi fonction du temps requis par le transport de producteur à consommateur; il est donc indispensable de connaître la répartition relative dans l'espace et dans le temps de composants d'un écosystème pour pouvoir prédire leurs temps de réaction ou leurs taux de nutrition.

Ecologie et physiologie du phytoplancton

Expériences sur les effets de la lumière sur la photosynthèse des groupements naturels de phytoplancton. Des travaux réalisés précédemment par le LEM ont établie qu'une tangente hyperbolique est la représentation mathématique la plus continument utile du rapport entre la photosynthèse (fixation du carbone) et la lumière pour les populations naturelles de phytoplancton. Ce modèle à 2 paramètres (où α est la courbe initiale et P_m est le maximum du taux de photosynthèse) a été employé dans des études sur le terrain de la variation des paramètres photosynthétiques, à toute une série d'échelles de temps. On a constaté que ces deux paramètres varient de façon significative avec la saison et qu'ils témoignent aussi d'une nette fluctuation diurnale. Les premiers résultats en provenance des eaux côtières ont suggéré que les fluctuations saisonnières de la courbe initiale étaient surtout liées à la



Variations sur une échelle de temps de 24 heures de la forme de la courbe de corrélation entre photosynthèse et lumière pour des groupements naturels de phytoplancton au large de la côte du Pérou. Les courbes résultant d'expériences réalisées de nuit (à l'aide de lumière artificielle) présentent un maximum mais pas de plateau, contrairement à celles résultant d'expériences réalisées pendant les heures de jour. La courbe de chaque expérience est normalisée à partir de la production spécifique maxima de cette expérience. (IOB 5171)

lumière reçue tandis que le taux de photosynthèse maximum était principalement lié aux fluctuations de la température. Des données supplémentaires ont été recueillies dans une zone géographique beaucoup plus étendue (des mers tropicales aux mers arctiques), et d'autres variantes de l'environnement (en particulier les microsubstances nutritives inorganiques) sont maintenant en cours d'analyse.

Cette méthode expérimentale d'étude de la production primaire s'étend maintenant à l'examen du rapport entre photosynthèse et lumière à des intensités qui dépassent la saturation et qui inhibent généralement la photosynthèse. Les résultats préliminaires ont montré que les niveaux auxquels commence à se manifester l'inhibition de la photosynthèse et le degré de celle-ci varient considérablement avec l'emplacement, l'heure de la journée et la composition du phytoplancton. Les populations de diatomées du système d'upwelling péruvien, par exemple, sont nettement inhibées lorsqu'elles sont soumises aux intensités lumineuses de la surface de la mer (et encore plus pendant l'obscurité) tandis que le ciliaté photosynthétique *Mesodinium rubrum* de la 'marée rouge' semble ne pas être affecté par des intensités dépassant les niveaux normaux de la surface de la mer. Ce travail sera poursuivi en vue de:

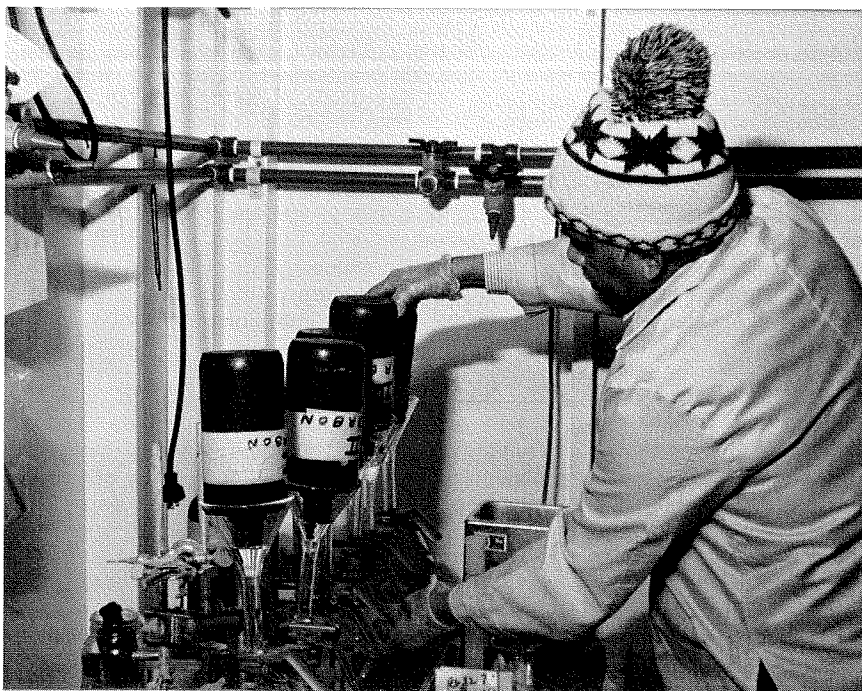
- (1) ajouter une description mathématique de la gamme d'intensités lumineuses à effets inhibitoires au modèle existant des rapports lumière-photosynthèse, et

(2) examiner certaines conséquences biochimiques de l'exposition à de hautes intensités lumineuses. On examinera pour commencer les effets de l'ampleur et de la durée de l'exposition à une forte lumière sur les enzymes photosynthétiques/respiratoires et sur les voies carbohydrates/protéines de synthèse organique chez le phytoplancton.

Pour être plus à même de mettre en forme de modèle et de prédire la production photosynthétique, il nous faut mieux connaître la variabilité naturelle, les propriétés du milieu qui rendent compte de cette variabilité et les mécanismes par lesquels le milieu régit la photosynthèse.

T. C. Platt, W. G. Harrison, B. D. Irwin

Fractionnement par tailles de la production de phytoplancton. On estime que dans les eaux côtières enrichies, plus de 70% de la biomasse et de la production de phytoplancton est due à de petits flagellés et à d'autres membres du nannoplancton (<20 microns) tandis que la contribution du phytoplancton de filet, qui contient une proportion plus élevée de diatomes, est moins importante; ce qui implique que la biomasse et la production de nannoplancton sont sujettes à moins de variations temporelles que celles des catégories plus grosses. Afin d'examiner cette hypothèse de façon critique, près de 100 expériences ont été réalisées sur des populations naturelles de phytoplancton prélevées une fois par semaine dans le bassin de Bedford (deux fois par semaine pendant la floraison de printemps), et sur 16 espèces de phytoplancton de culture. Les échantillons ont été fractionnés physiquement



Expériences de fractionnement du phytoplancton par tailles, faites en chambre froide. (IOB 5183)

par une légère filtration de l'eau à travers des manchons à pores de 160, 100, 54 et 20 microns. On a récolté des données sur l'abondance qualitative et quantitative du phytoplancton dans les différentes fractions et dans l'eau non traitée, sur le volume des particules, sur le contenu en chlorophylle-*a* et sur l'absorption photosynthétique de carbone. Afin de déterminer la contribution des diatomes à la photosynthèse totale, des séries identiques de filtrats ont été corsées d'acide germanique à raison de 30 milligrammes par litre; l'acide germanique est considéré comme un inhibiteur spécifique des taux de photosynthèse et d'assimilation de carbone des diatomes, par comparaison avec des diatomes non traités. Quelques expériences ont été effectuées en utilisant du germanium radioactif (^{68}Ge) comme traceur pour découvrir s'il était assimilé par d'autres groupes d'algues de phytoplancton. Au cours de 1978, 44 expériences de saturation de lumière ont été effectuées sur des échantillons fractionnés et non fractionnés dans l'eau du bassin de Bedford afin: premièrement de déterminer les variations de biomasse de phytoplancton en termes de nombre de cellules, de pigments photosynthétiques, de carbone en particules, d'azote, de fluorescence cellulaire de d'ATP (adénosine triphosphate); et deuxièmement d'examiner si la production par unité de biomasse reflétait des variations systématiques entre les différentes catégories de tailles.

La fractionnement des échantillons par filtration à travers des manchons Nitex n'a pas modifié les caractéristiques de production du phytoplancton. Toutefois le pourcentage d'inhibition de la photosynthèse par le germanium n'était pas constant, ce qui donne à penser que l'acide germanique ne peut pas être utilisé comme inhibiteur quantitatif de la photosynthèse des diatomes. Il y avait de grandes variations saisonnières dans la biomasse et la production de phytoplancton des eaux du bassin de Bedford, et il n'y avait pas de rapport cohérent entre la biomasse ou la production des fractions de phytoplancton de plus petites (<20 microns) et de plus grandes tailles. Pendant la floraison de printemps de 1977, qui a duré plus longtemps que d'habitude, la production était relativement plus élevée pour une biomasse faible, en comparaison avec les floraisons printanières précédentes, et la contribution photosynthétique de la fraction inférieure à 20 microns dépassait 50% du total.

Subba Rao V. Durvasula

Adaptation physiologique du phytoplancton. Dans le cadre d'un programme de recherches sur les variations du taux de photosynthèse avec la lumière et d'autres paramètres du milieu, tels que la température et l'abondance de la nourriture, on a entrepris de chercher des indicateurs sûrs de l'activité métabolique, qui puissent servir à prédire les taux de production primaire. On s'attendait à ce que les concentrations cellulaires et les paramètres cinétiques des enzymes ordinairement contrôlent les étapes-clés des voies métaboliques reflètent les niveaux ordinaires et récents d'activité de ces voies et ne soient pas sensibles aux fluctuations à court terme du milieu. Les enzymes photosynthétiques ribulose biphosphate carboxylase (RuBPCase) et phosphoenol pyruvate carboxylase (PEPCase) catalysent la fixation du bioxyde de carbone au cours de la photosynthèse et, en combinaison, limitent probablement le taux maximum de photosynthèse (P_{max}). Comme les techniques normales d'analyse *in vitro* ne répondaient pas à nos besoins, il nous a fallu mettre au point une méthode *in vivo* à utiliser avec des cellules intactes, perméabilisées de phytoplancton. Les études sur la cinétique de la réaction et la comparaison avec les essais *in vitro* sont en cours, mais déjà la méthode semble prometteuse. Une forte corrélation positive a été observée entre l'activité de RuBPCase et celle de PEPCase au cours de la floraison de printemps 1978

dans le bassin de Bedford. Pour pouvoir prédire les taux de production primaire, il est également important de comprendre les facteurs qui influencent la respiration dans l'obscurité et à la lumière. Les taux maximaux de respiration des cellules de phytoplancton sont probablement limités par les enzymes dans le système de transport des électrons (ETS) au niveau de l'oxidase de cytochrome ou au voisinage de celui-ci. Des méthodes de mesure de l'activité ETS (moins l'oxidase de cytochrome) et de l'oxidase de cytochrome, utilisables pour le phytoplancton, ont été mises au point et sont maintenant employées pour une étude saisonnière de la respiration de phytoplancton dans le bassin de Bedford. Des recherches supplémentaires sur les mécanismes de respiration des cultures sont en cours.

J. C. Smith

Dynamique des substances nutritives des groupes naturels de phytoplancton. Les microsubstances nutritives inorganiques (azote, phosphore, silicium, etc.) sont indispensables à la croissance du phytoplancton, et il y en a parfois si peu, soit isolés soit combinés, que la production photosynthétique s'en trouve limitée. Des études sont en cours pour examiner, à l'aide de techniques de traçage par isotopes radioactifs et par isotopes stables, les flux d'azote et de phosphore qui ont lieu par l'entremise des populations naturelles de phytoplancton.

La régénération de l'azote et du phosphore provenant du microplancton (zooplancton, phytoplancton, bactéries) est également en cours d'examen. Le rapport entre l'assimilation de l'ammonium et l'assimilation totale (azote plus ammonium) servira d'indice de la contribution relative d'azote régénéré à la production de phytoplancton. En outre des techniques de dilution d'isotopes ont été mises au point et essayées récemment, en vue de mesurer le taux de régénération de l'ammonium et de l'orthophosphate in situ. Ces mesures de flux serviront à quantifier le taux d'abondance de substances inorganiques nécessaire au maintien des taux observés de production photosynthétique.

A la suite de nos études sur le métabolisme de l'azote et la composition cellulaire du phytoplancton naturel, une méthode fluorométrique rapide et simple d'analyse des acides nucléiques du phytoplancton (RNA, DNA) a été mise au point. Les techniques fluorométriques existantes d'analyse des protéines totales sont également à l'essai en vue de les appliquer à nos études de phytoplancton.

W. G. Harrison, B. D. Irwin, M. Hodgson

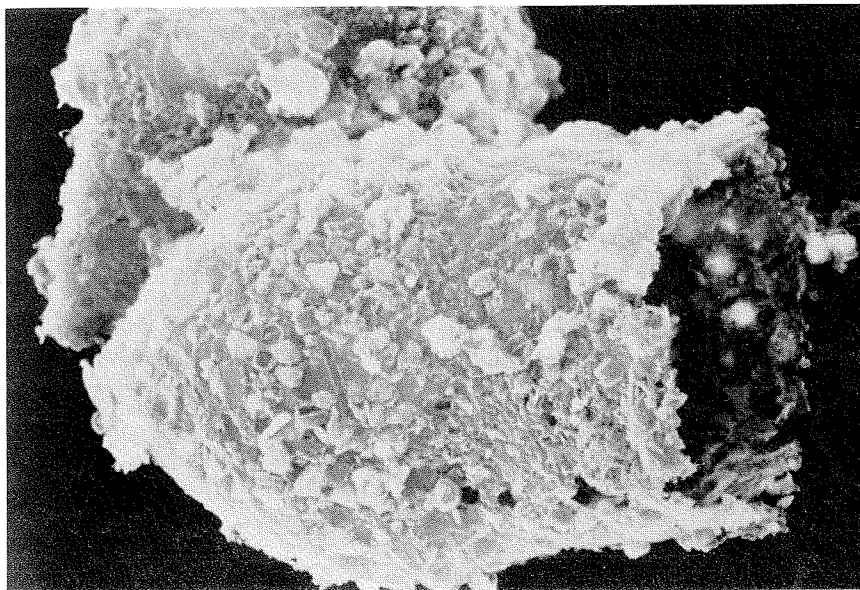
Physiologie et répartition du phytoplancton

Comportement alimentaire et nutrition du zooplancton. Au cours de la période 1977-78 passée en revue, une étude saisonnière du broutage de la communauté de zooplancton néritique du bassin de Bedford a été menée à bien, y compris une étude détaillée de l'utilisation du carbone et de l'azote par ces animaux au cours de la floraison de printemps 1977. Tout au long de l'année le taux d'ingestion était en corrélation positive avec la concentration croissante de nourriture dans le milieu, et ne tendait pas à devenir non-linéaire même au plein moment de la floraison printanière. Non seulement le taux d'ingestion varie de façon linéaire avec la concentration croissante de nourriture, mais le taux de filtration tend aussi apparemment à être plus élevé lorsqu'il y a davantage de nourriture disponible, bien que les résultats soient

quelque peu obscurcis par les changements de température saisonniers. Les études réalisées au cours d'une floraison de printemps semblent indiquer que les mesures de volume du phytoplancton de grande taille faites au compteur Coulter diffèrent de celle faites par un examen au microscope et qu'en outre cet instrument fournit des données dont la corrélation avec les concentrations de carbone et d'azote est meilleure que celle obtenue avec des volumes calculés d'après les dimensions linéaires des cellules. Bien qu'il semble y avoir une certaine variation saisonnière dans les données, le rapport du carbone au volume obtenu avec le compteur Coulter est linéaire et donne une courbe de 87 microgrammes de carbone par million (millimètres cubes par litre). Il semblerait que la comparaison de la quantité de carbone ou d'azote ingérée au cours des expériences de broutage, calculée d'après le volume de particules enlevées à l'aide des rapports C:ppm (et N:ppm), avec les changements nets en carbone et azote en particules, constitue une méthode simple de détermination du taux d'assimilation. D'après les résultats obtenus par cette méthode, l'assimilation ne semble pas devenir moins efficace lorsque l'ingestion de nourriture augmente; en fait pour le carbone la courbe est positive. Environ 60% en moyenne du carbone contenu dans la matière naturelle en particules qui est ingérée est utilisé, et le taux d'utilisation de l'azote est encore plus élevé.

De 17 à 46% environ de la production journalière de phytoplancton était broutée au cours du printemps 1977, avec une efficacité de croissance brute du zooplancton d'environ 13% pour le carbone et de 29% pour l'azote.

R. J. Conover



Tintinnopsis incrustée de diatomées d'environ 60 microns de long (grossie 1200 fois). (IOB 5183)

Les enzymes digestifs du zooplancton et leur aptitude à s'adapter à une quantité de nourriture variable. Toutes les données sur l'alimentation acquises récemment confirment l'hypothèse que nous avons émise dernièrement selon laquelle, dans la nature, les animaux du zooplancton s'adaptent à la qualité et à la quantité de nourriture disponible. Des expériences récentes ont aussi montré que plusieurs espèces communes provenant du bassin de Bedford pouvaient être conditionnées de telle sorte qu'elles choisissent certaines tailles de particules inertes. On a montré précédemment qu'il y a une corrélation élevée entre les enzymes digestives servant à traiter différents substrats alimentaires et l'abondance de ces substrats dans la nourriture en particules du zooplancton du bassin de Bedford. Les expériences en laboratoire renforcent la thèse selon laquelle une augmentation de carbone dans l'alimentation peut provoquer la production de certaines carbohydratases. Les réactions au conditionnement et la gamme d'enzymes diffèrent d'une espèce de zooplancton à une autre, ce qui donne à penser que la répartition des ressources entre organismes occupant la même niche écologique pourrait être liée, fût-ce de manière assez subtile, au comportement aussi bien qu'à la biochimie.

R. J. Conover, P. Mayzaud (Station zoologique de Villefranche-sur-mer, France), J. Skiver (Université Dalhousie).

Ecologie du microzooplancton dans le bassin de Bedford. On a procédé à une étude sur deux plans de la communauté microzooplanctonique du bassin de Bedford. Une station fixe située dans le bassin a été visitée une fois par semaine et des échantillons de microzooplancton ont été recueillis à douze profondeurs afin de définir l'abondance et la répartition des principales espèces. Sept mois d'échantillons ont été dénombrés jusqu'ici et une liste complète des espèces a été dressée. L'échantillonnage sur le terrain s'est poursuivi jusqu'à la fin de 1978, fournissant ainsi près de dix huit mois de données sur les modes de répartition saisonnière.

D'autre part des espèces importantes de ciliés, principalement des tintinnides, ont été cultivés en laboratoire pour étudier le déroulement de leur existence et leurs taux de croissance. On a cultivé jusqu'ici *Helicostomella subulata*, *Parafacella gigantea*, *Favella ehrenbergii* et *Tintinnopsis berioidea* pour des périodes allant de 1 à 10 mois. Les cultures d'*Helicostomella subulata* ont été particulièrement utiles pour expliquer la répartition saisonnière de cette espèce, que l'on trouve dans le bassin en fin d'été et à l'automne mais qui est complètement absente l'hiver et au printemps. A l'automne les populations d'*Helicostomella* vivant en milieu naturel produisent des kystes dormants qui finissent par tomber au fond. Dans les cultures en laboratoire les kystes apparaissent en même temps que ceux de la population en milieu naturel bien que la population en laboratoire ne soit pas soumise aux mêmes variations de milieu, ce qui donne à penser que ce phénomène fait partie du cycle de vie normal. On s'est aperçu qu'aussi bien les kystes produits en laboratoire que ceux récoltés sur le terrain se défont lorsqu'ils sont exposés à des températures plus chaudes après avoir passé plusieurs mois dans des conditions hivernales simulées. La formation de kystes constitue donc un mécanisme de repopulation de l'espèce dans les zones côtières à la suite de conditions hivernales défavorables.

M. A. Paranjape

Mise au point du BIONESS (Système de filets multiples et de détection de l'environnement de l'Institut océanographique de Bedford).

Une concept nouveau a été utilisé pour la mise au point d'une deuxième génération d'échantillonneurs de zooplancton et de micronecton à filets multiples. Il s'agit de l'emploi d'une construction en forme de boîte rigide, qui a rendu cet échantillonneur plus facile à manipuler, plus compact et apte en outre à être remorqué à une vitesse de trois noeuds tout en gardant une position verticale. Le châssis en forme de boîte nous permet de monter toute une série de détecteurs sur l'appareil, y compris un CTP, des détecteurs de tangage, de roulis et d'embarquée, un photomètre, une caméra de 35 mm et un flash électronique, ainsi qu'un courantomètre interne et externe. Il est prévu de lui ajouter aussi une sonde à oxygène et un fluoromètre *in situ*. Cet

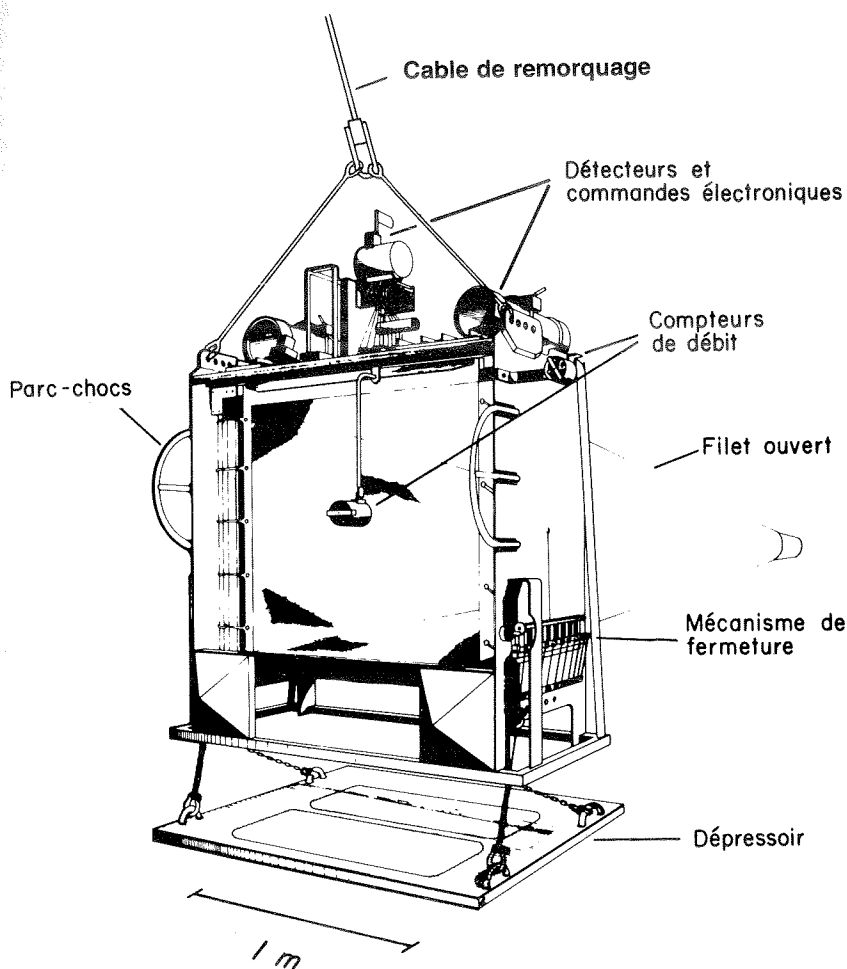


Schéma du BIONESS tel qu'il apparaît dans l'eau en cours de remorquage (voir le texte). (IOB 4834)

échantillonneur permet de prélever à chaque remorquage dix échantillons séparés d'animaux de tailles très différentes (de 300 microns aux poissons et aux calmars jusqu'à 26 cm de long) et d'obtenir en même temps des mesures *in situ* de température, de salinité et de lumière. Nous pouvons aussi photographier les animaux devant le filet avant leur capture. Cette dernière observation est particulièrement importante pour détecter d'éventuelles tentatives d'éviter le filet et pour repérer les agrégats d'animaux. Le photomètre que nous avons mis au point a une sensibilité de 4×10^{-12} watts par centimètre carré, ce qui nous permet de mesurer les intensités de lumière *in situ* que suivent les différents groupes d'animaux à migration verticale au cours de leur migration nocturne vers les couches supérieures de l'eau.

D. D. Sameoto

Le BIONESS et les observations acoustiques du micronecton

Grâce à la mise au point du BIONESS et de l'échantillonneur à filets multiples précédent (décrit dans le Rapport bisannuel 1975-76) nous avons pu procéder à des expériences quantitatives et qualitatives sur les types d'euphasiacés que l'on trouve dans les couches de dispersion acoustique au large de la côte de Gaspé, et sur leur abondance. Le grand nombre d'échantillons biologiques prélevés dans les couches de dispersion en même temps qu'étaient effectuées des mesures de voltage de l'écho acoustique a montré qu'il était possible d'estimer avec exactitude les effectifs et la biomasse des populations d'euphasiacés à l'aide d'une sonde de 120 kilohertz. Les corrélations entre l'échantillonneur biologique et l'échantillonneur acoustique atteignaient 0,765 pour la biomasse et 0,791 pour les nombres d'euphasiacés par mètre cube. Les photographies d'euphasiacés prises *in situ* dans les couches acoustiques par le BIONESS ont montré que l'orientation des euphasiacés variait à différentes heures du jour et de la nuit, ce qui avait certainement un effet sur la force de l'écho des animaux dans la couche de dispersion. C'est le premier changement d'orientation avec le temps d'un organisme réfléchissant le son qui ait été signalé. Cette découverte a des implications importantes pour les levés acoustiques quantitatifs, car la force de l'écho renvoyé par un animal dépend de son orientation; P. Beamish a entrepris des études de ce problème en laboratoire dans le grand aquarium de l'Université Dalhousie à Halifax, Nouvelle Ecosse, dans le cadre d'une étude générale des propriétés acoustiques de plusieurs invertébrés pélagiques. On a généralement supposé jusqu'à présent que l'orientation des poissons ou autres organismes était constante au cours d'un levé, mais il se pourrait que tel ne soit pas le cas.

D. D. Sameoto

Etude du rebord du plateau continental de la Nouvelle Ecosse

Les techniques et le matériel mis au point pour l'étude décrite ci-dessus ont été appliqués à une étude de la communauté mésopélagique de zooplancton et de micronecton au bord du plateau de Nouvelle Ecosse.

Le but de ce travail est de déterminer la taille de cette communauté et son importance pour la production primaire et secondaire au voisinage du bord du plateau. On a aussi examiné l'interaction entre la communauté de zooplancton d'eau profonde et celle du plateau. Les résultats préliminaires indiquent que la communauté mésopélagique monte la nuit jusqu'aux 100 mètres supérieurs et, étant principalement un groupement d'animaux prédateurs, se nourrit du

zooplancton venant du plateau mais entraîné hors du plateau et au-dessus de l'eau profonde par les mouvements de l'eau. L'effet de ces prédateurs sur la production secondaire des zones adjacentes au plateau scotian peut donc être important.

Les collections d'échantillons prélevés par le BIONESS au-delà du plateau contenaient de grandes quantités de très jeunes calmars de 1 à 10 cm de long, ce qui démontre pour la première fois l'existence d'une zone d'élevage des jeunes importante pour cette espèce de plus en plus intéressante du point de vue commercial.

D. D. Sameoto

Autres programmes biologiques utilisant le BIONESS

Le BIONESS et les méthodes acoustiques de mesure du zooplancton ont été employés dans une étude de l'abondance et de la répartition verticale et horizontale des larves d'anchois et autre ichthyoplancton, du zooplancton et du micronecton au large du Pérou. Les mêmes systèmes ont aussi été employés dans une étude de la répartition du zooplancton et d'un important prédateur, le chétognathe, dans la région des grands terrains de frai du hareng sur le banc Georges (Nouvelle Ecosse). Le but de ce travail est de comprendre le milieu physique et biologique où se trouvent les larves nouvellement écloses dans les premiers jours de leur existence.

Nous avons achevé une étude du contenu de l'estomac de trois espèces d'euphasiacés provenant du golfe Saint Laurent, qui a montré qu'il y avait beaucoup de chevauchement dans les types d'organismes qu'elles mangeaient mais qu'il y avait aussi des différences importantes dans les heures et les profondeurs auxquelles se nourrissaient les diverses espèces.

D. D. Sameoto

Biochimie et bioacoustique des poissons

Adaptation physiologique des poissons. Comme il est coûteux et technologiquement difficile de bien simuler le milieu naturel, les taux de métabolisme des poissons déterminés en laboratoire ne permettent généralement pas de prédire les taux sur le terrain. Nous tournons ce problème en essayant de comprendre comment les caractéristiques hématologiques et l'activité des enzymes, dont on pense maintenant qu'elles contrôlent des voies métaboliques importantes chez les poissons, peuvent aider à observer les réactions d'adaptation des poissons à des transformations de leur milieu. Il a été démontré antérieurement que la concentration d'hémoglobine dans le sang (Hb) possède beaucoup des propriétés d'un indicateur métabolique, mais ne peut être mise en corrélation avec le poids du corps de la même manière que l'absorption d'oxygène. Nous avons constaté par la suite que la viscosité du sang (η) et l'affinité de l'hémoglobine pour l'oxygène (P_{50}) de la plie américaine sont toutes les deux fonction de son poids; et aussi que l'hémoglobine est modifiée allostériquement chez le poisson par les niveaux d'ATP des globules rouges. On a également observé des changements saisonniers de niveau de P_{50} , et de nouveaux travaux sur le rapport entre la concentration en P_{50} et ATP et le taux de métabolisme sont actuellement en cours.

Des études précédentes sur le contrôle enzymatique de la glycolyse et de la gluconéogénèse hépatiques chez la plie américaine ont donné à penser que soit l'activité de l'oxydase de cytochrome (CYTOX) soit celle d'un du système de transport des électrons (ETS) antérieur à la CYTOX pourrait servir d'indicateur métabolique. C'est pourquoi nous avons adapté des méthodes antérieures de détermination de l'ETS et de la CYTOX afin de pouvoir les employer pour les poissons. Ces méthodes servent à déterminer les rapports entre les activités hépatiques de l'ETS et de la CYTOX, le poids du corps, le taux de métabolisme, le taux de croissance, le niveau d'alimentation et les niveaux de certains paramètres du milieu (radiation solaire, température, salinité).

J. C. Smith, L. M. Dickie

Acoustique des petits poissons. Plus les cibles acoustiques sont petites plus il est difficile de procéder à des évaluations quantitatives des effectifs ou de la biomasse, ou de distinguer la taille de chaque cible. Des études faites récemment au large de Terre-Neuve, à l'aide du système de dénombrement acoustique des poissons du bassin de Bedford, qui se sert de capelans retenus dans une cage acoustiquement transparente, donnent à penser que le rapport entre la force de l'écho et le nombre est linéaire jusqu'à au moins 750 poissons par mètre cube. Ce travail fait partie d'une étude coopérative réalisée par la Gestion des pêches et les Sciences océaniques et aquatiques sous l'égide du Comité acoustique Trilab.

P. Beamish

Modèles bioénergétiques de répartition de tailles des particules.

Depuis le début des années 70 l'étude de la répartition de la taille des particules d'organismes à l'intérieur des écosystèmes marins a constitué un aspect important du programme de recherche du LEM. Une série d'études de modèles bioénergétiques a récemment été réalisée en vue d'interpréter les résultats de ces études en termes d'écoulement de l'énergie à travers l'écosystème. Une bonne connaissance de cet écoulement bioénergétique pourrait constituer un pas en avant important dans notre connaissance de la dynamique de production des populations de poissons et dans la mise au point de modèles de prédiction pour les pêches commerciales.

Aux premiers stades de ce projet, on a conçu un modèle linéaire statique de la répartition d'équilibre des tailles de particules, et on a constaté qu'il correspondait assez bien aux données sur les écosystèmes pélagiques. Une version dynamique de ce modèle en a ensuite été tirée et ses propriétés ont été étudiées. Selon les présuppositions implicites dans le modèle linéaire, la théorie prédit que les impulsions d'énergie chez les petites particules, telles que les fleurs d'algues, se propagent vers le haut, le long de la courbe de répartition des particules par tailles, mais ne se répartissent pas sur une gamme plus étendue de tailles de particules. On s'est aperçu que le trajet réel de l'énergie à l'intérieur de l'écosystème est régi en grande partie par les phénomènes de réaction ('feedback'), tels que la reproduction (écoulement d'énergie en sens inverse, des grandes vers les petites particules). On pensait en outre que les écoulements spatiaux d'énergie étaient importants puisque la production primaire est limitée à la zone euphotique; mais la région pélagique s'étend à des profondeurs beaucoup plus grandes que celle-ci et il y a des échanges d'énergie importants avec le benthos.

On en a tiré une théorie générale de l'écoulement d'énergie qui englobe toutes ces considérations et qui sert de base à des études de construction de modèles bioénergétiques. Le travail antérieur sur les modèles linéaires peut être interprété comme un cas spécial, et en comparant le modèle complet avec les formulations linéaires précédentes on commence à comprendre le rôle du 'feedback' dans le système. Il semble en particulier que la prédation peut faire apparaître des instabilités, de sorte qu'une variabilité modérée de la production primaire peut amener des changements massifs dans la force d'une classe d'âge de poissons exploités commercialement.

W. L. Silvert (Océanographie des pêches), T. C. Platt

Qualité de l'environnement

Le but du programme sur la Qualité de l'environnement est de comprendre l'effet des changements dus à l'homme sur les écosystèmes marins. Ce programme comporte des projets de recherche sur la contamination des écosystèmes, et sur les effets et les implications pour les écosystèmes de grands travaux d'ingénierie tels que le barrage d'énergie marémotrice envisagé pour la baie de Fundy, et de catastrophes environnementales telles que les grandes marées noires. Ces projets incluent l'étude des sujets suivants: les niveaux, le comportement et le transfert des contaminants dans les écosystèmes des estuaires, du plateau et de l'océan, leur présence, leur absorption, leur dégradation, leur métabolisme et leur excrétion par les organismes marins, ainsi que leur effet sur la vie marine. Ils incluent aussi des études écologiques fondamentales de l'ensemble de la baie de Fundy et de zones où des travaux d'ingénierie sont envisagés. Ces études progressent continuellement grâce à la mise au point de nouvelles techniques d'échantillonnage et d'analyse.

Contamination des écosystèmes

Les recherches sur les contaminants sublétaux en milieu marin que nous effectuons sur le terrain et en laboratoire visent à déterminer et à comprendre les phénomènes et les facteurs qui régissent leurs effets, ainsi que les voies par lesquelles ils entrent dans les écosystèmes, y restent ou en sortent. Ces groupes de contaminants - métaux lourds, hydrocarbures de pétrole et composés organochlorés - ont été étudiés dans les sédiments et du point de vue de leur interaction avec les sédiments et avec les organismes vivants, tant sur le terrain qu'en laboratoire.

Contamination des sédiments du golfe St Laurent par les métaux lourds.

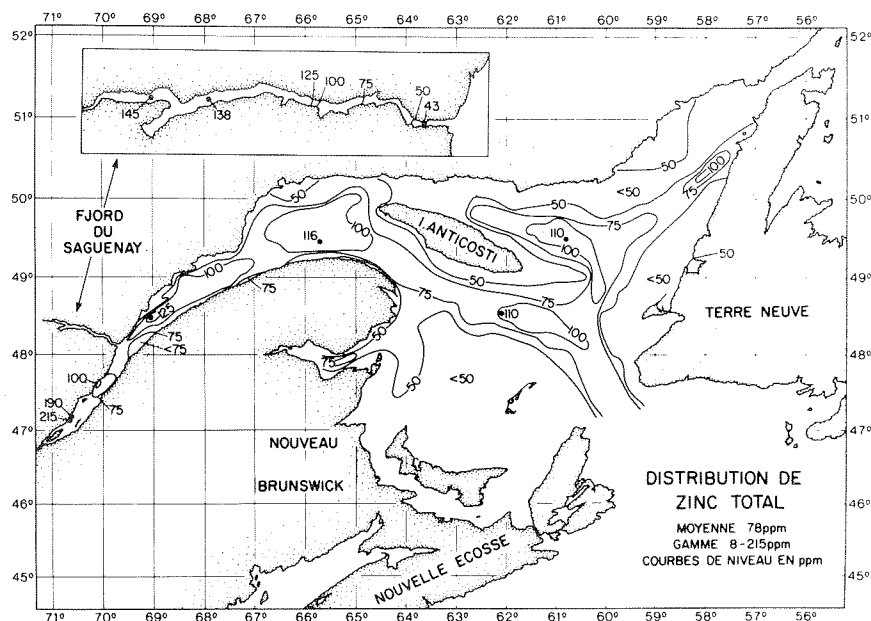
Nous avons effectué des études des métaux lourds contenus dans les sédiments du golfe St Laurent et de l'estuaire du St Laurent et de son affluent le fjord Saguenay, à partir d'environ 300 échantillons prélevés à la benne et au carottier. Quarante variables ont été mesurées, y compris la taille des grains, la teneur en carbone organique, les principaux éléments (silicium, titanium, aluminium, calcium, potassium, fer, magnésium, manganèse, sodium et potassium) et les métaux lourds (mercure, plomb, cuivre, cobalt, nickel, chrome, vanadium, beryllium, cadmium et arsenic). A partir de ces données on a pu déterminer: (1) les niveaux de seuil de ces métaux; (2) les anomalies en termes de métaux lourds; (3) l'importance biologique potentielle de ces métaux; et (4) les moyens de transport et les voies par lesquels les métaux ont pénétré dans les sédiments, en provenance de sources naturelles et artificielles.

Le mercure pollue déjà de façon significative les sédiments, l'eau, et biota du fjord Saguenay à cause des décharges d'une seule usine de chloralcali. Les débris industriels riches en mercure sont accompagnés de zinc, de plomb, de vanadium et d'arsenic mais pas de cuivre, de cobalt, de nickel, de cadmium ni de chrome. Le mercure (accompagné de petites quantités de zinc, de plomb et de vanadium) est aussi sorti du fjord et a contaminé les sédiments à grains fins de l'estuaire inférieur du St Laurent où son composant biologiquement disponible représente un danger potentiel pour la biota. Dans l'estuaire

supérieur du St Laurent le zinc est un contaminant, tandis que le cuivre, le plomb et le chrome sont des contaminants potentiels des sédiments à grains fins déposés sous la turbidité maximale dans la zone de resuspension située à l'embouchure du fleuve. L'enrichissement des sédiments par ces métaux d'origine industrielle est lié à leur passage de l'état dissous à l'état solide ou à l'état de particules dans la turbidité maximale, principalement par l'action de la matière organique terrestre, et à leur transfert ultérieur au fond de la mer. Vers la mer, leurs concentrations diminuent à mesure que décroît la quantité de matière dissoute et en particules provenant du fleuve. En plein golfe tous les métaux lourds sont à leurs niveaux naturels ou au voisinage de ceux-ci, sauf dans la baie des Chaleurs où des apports de mercure et de cadmium d'origine humaine ont fait apparaître dans les sédiments des niveaux supérieurs aux niveaux de référence.

Bien que dans toute la région l'industrie n'introduise actuellement que de faibles quantités de plomb, de zinc, de cuivre, de chrome et de vanadium dans les sédiments, ces quantités peuvent amener dans l'avenir une accumulation indésirable de contaminants métalliques dans les sédiments de l'estuaire supérieur (plomb, zinc, chrome), de l'estuaire inférieur (zinc, plomb, vanadium) et du fjord Saguenay (zinc, plomb, arsenic). Les études faites ont montré que tel est déjà le cas pour le mercure.

D. H. Loring, R. T. T. Rantala



Les concentrations de zinc dans le golfe St Laurent augmentent à mesure que diminue la taille des grains de sédiments. Les sédiments à grains fins de la tête de l'estuaire du St Laurent et du fjord Saguenay constituent un puits et une zone d'enrichissement pour le zinc provenant de sources industrielles et naturelles. Les concentrations de zinc diminuent lorsqu'on va vers la mer à mesure que diminue l'influence de l'homme. (IOB 4513-5)

Pollution des sédiments par les hydrocarbures de pétrole. Une grande partie de nos travaux sur le comportement des hydrocarbures de pétrole dans l'environnement ont été suscités par le déversement de pétrole Bunker C par l'*Arrow* dans la baie Chedabouctou (NE) en 1979 et, plus récemment, par la marée noire due à l'*Amoco Cadiz* au large des côtes de France en 1978.

La survie des hydrocarbures dans le milieu marin varie avec l'énergie des ondes, le nettoyage spontané se faisant plus rapidement dans les milieux à énergie élevée tels que les rivages rocheux et plus lentement dans les milieux de marais salés et de sédiments mous tels que les lagunes et les estuaires. Dans ces derniers on peut trouver et mesurer des hydrocarbures jusqu'à 15 ans après un déversement. La transformation du pétrole déversé dans ce genre de milieux, tout en étant initialement fonction de l'énergie des vagues et d'autres facteurs d'érosion physique, devient ensuite fonction de la dégradation photochimique et microbienne. En raison de la dégradation différentielle des hydrocarbures aliphatiques à chaîne droite, une telle désintégration des pétroles retenus dans les sédiments tend à amener une mutation vers les résidus pétroliers aromatiquement enrichis. Ces derniers sont particulièrement tenaces et résistent apparemment dans une grande mesure à la dégradation microbienne continue.

Les études sur la marée noire de l'*Arrow* ont révélé l'existence de résidus d'hydrocarbures dans toutes les zones échantillonnées au cours d'un levé complet et détaillé de toute la baie, tous n'étant pas toutefois attribuables au pétrole déversé par l'*Arrow*. Mais en raison de la dégradation par le temps, la composition du pétrole a changé pour ne laisser qu'un résidu riche en produits aromatiques. Une étude des sédiments pollués dans un marais salé situé à la limite du Québec et du Nouveau Brunswick, site de la marée noire du *Golden Robin* en 1974, a donné des résultats analogues.

J. H. Vandermeulen, T. P. Ahern, P. D. Keizer, J. Dale

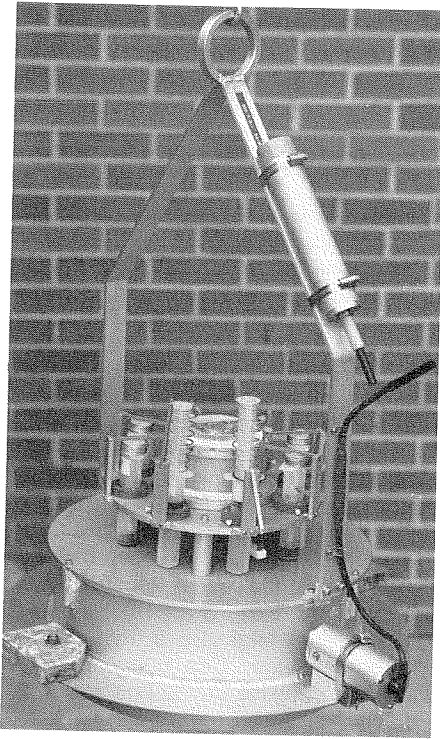
Transfert de matière organique et de contaminants dans les écosystèmes marins. Des études de sédimentation visant à déterminer le flux de matériaux vers le fond de la mer, les niveaux de contaminants dans les sédiments et dans les organismes benthiques et les taux de transfert des substances dissoutes entre les sédiments et l'eau sus-jacente servent à quantifier le rôle que les sédiments et le benthos jouent dans le cyclage de la matière organique naturelle et des contaminants.

Les sédiments et le benthos peuvent constituer une source ou un dépôt de matériaux, selon l'interaction entre les phénomènes qui ont un effet sur la direction et le taux de transfert. Aussi bien la nature des substances dont il s'agit que les caractéristiques physiques de la masse d'eau ont une influence sur le mode de répartition et les voies de transfert. Les rapports entre les concentrations et les taux de transport des substances peut permettre de prédire les taux d'échanges; les études saisonnières de la matière en particules en suspension ou en dépôt du bassin de Bedford ont montré que 1 à 5% du carbone et de l'azote organiques en suspension se déposent chaque jour. Les hydrocarbures dissous sont adsorbés vers ces matériaux en particules et on peut prédire l'apport aux sédiments sur la base de la concentration en suspension, au moins pour la période d'étude.

De la matière en particules en cours de dépôt dans la baie St Georges a été recueillie dans des tubes de décantation mis en place chaque semaine au

cours de 1978. On déterminera les concentrations de PCBs et de DDT et de ses métabolites dans ces matériaux pour les comparer aux niveaux dans les sédiments du fond et le benthos. Ces mesures fourniront un niveau de référence pour ces contaminants dans un milieu marin côtier non soumis à un apport direct, où ils doivent provenir en grande partie des retombées atmosphériques. Leur présence dans les sédiments, accompagnée de taux de dépôt, quantifiera à quelle vitesse de tels composés provenant de l'atmosphère peuvent être transportés à travers un écosystème côtier.

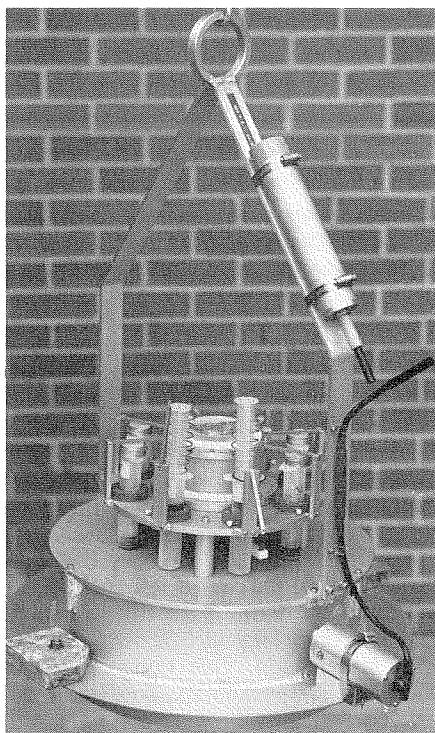
Les composés comme le pétrole et les hydrocarbures chlorés peuvent retourner à l'état dissous à partir de sédiments par suite d'un métabolisme biologique ou d'une diagénèse chimique. Il faut mesurer combien de ces matériaux reviennent ainsi dans l'eau pour pouvoir quantifier ces voies avec une certaine exactitude. On a construit un appareil destiné à prélever des échantillons d'eau et de matière en particules en suspension au-dessus des sédiments non dérangés, afin de permettre de mesurer *in situ* l'échange de matière dissoute entre les sédiments et l'eau. Une série d'échantillons prélevés dans les cloches benthiques à l'aide de seringues, et à intervalles proches au-dessus du fond, peuvent servir à calculer la quantité de composés solubles que libèrent les sédiments du fond. Les mesures prises dans la baie St Georges et sur le plateau Scotian montreront directement si les sédiments de ces zones sont une



Chambre benthique à mécanisme de détente actionné par un chronomètre. Des seringues à ressort sont libérées et des échantillons d'eau récoltés au-dessus des sédiments non dérangés. (IOB 4771)

cours de 1978. On déterminera les concentrations de PCBs et de DDT et de ses métabolites dans ces matériaux pour les comparer aux niveaux dans les sédiments du fond et le benthos. Ces mesures fourniront un niveau de référence pour ces contaminants dans un milieu marin côtier non soumis à un apport direct, où ils doivent provenir en grande partie des retombées atmosphériques. Leur présence dans les sédiments, accompagnée de taux de dépôt, quantifiera à quelle vitesse de tels composés provenant de l'atmosphère peuvent être transportés à travers un écosystème côtier.

Les composés comme le pétrole et les hydrocarbures chlorés peuvent retourner à l'état dissous à partir de sédiments par suite d'un métabolisme biologique ou d'une diagénèse chimique. Il faut mesurer combien de ces matériaux reviennent ainsi dans l'eau pour pouvoir quantifier ces voies avec une certaine exactitude. On a construit un appareil destiné à prélever des échantillons d'eau et de matière en particules en suspension au-dessus des sédiments non dérangés, afin de permettre de mesurer *in situ* l'échange de matière dissoute entre les sédiments et l'eau. Une série d'échantillons prélevés dans les cloches benthiques à l'aide de seringues, et à intervalles proches au-dessus du fond, peuvent servir à calculer la quantité de composés solubles que libèrent les sédiments du fond. Les mesures prises dans la baie St Georges et sur le plateau Scotian montreront directement si les sédiments de ces zones sont une



Chambre benthique à mécanisme de détente actionné par un chronomètre. Des seringues à ressort sont libérées et des échantillons d'eau récoltés au-dessus des sédiments non dérangés. (IOB 4771)

source ou un dépôt de matériaux dissous. On effectue des études similaires pour examiner le rôle des sédiments intercotidaux de la tête de la baie de Fundy dans l'apport de matière organique aux eaux du large.

B. T. Hargrave, G. Phillips, N. Prouse

Disponibilité biologique potentielle des métaux lourds des sédiments. Les concentrations élémentaires totales sont un mauvais moyen de découvrir les voies et les itinéraires par lesquels les métaux lourds toxiques sont entrés dans les sédiments ou de déterminer leur disponibilité potentielle pour la biota. La raison en est qu'une partie du montant total d'un élément mesuré est sous forme de particules solides et de minéraux et qu'une partie a été incorporée dans les sédiments à partir d'une solution. La séparation chimique des concentrations élémentaires totales en leur fraction non-détritique (soluble à l'acide) et leur fraction détritique (insoluble à l'acide) Permet de déduire les itinéraires des éléments ainsi que leur source et les voies par lesquelles ils sont entrés dans le milieu marin. Elle permet aussi d'évaluer leur disponibilité potentielle et le risque que ces éléments représentent pour la biota.

On pense que la fraction détritique (insoluble à l'acide) représente ce qui est retenu dans les minéraux siliceux poreux, les minéraux discontinus et les minéraux et composés insolubles secondaires. Ces minéraux et ces composés sont généralement transportés sous leur forme de particules clastiques à grains fins, et déposés en même temps que d'autres matériaux dont la taille de grains et les taux de dépôt sont comparables. Des travaux effectués récemment dans le golfe St Laurent ont montré que 60 à 90% du zinc total, 80 à 90% du cuivre total, 74 à 85% du plomb total, 76 à 92% du cobalt total, 77 à 88% du nickel total, 89 à 92% du chrome total et 82 à 95% du vanadium total sont retenus dans la fraction détritique des sédiments; et ils sont considérés comme n'étant pas immédiatement disponibles pour la biota.

On trouve toutefois des concentrations de métaux lourds, faibles mais d'une certaine importance du point de vue biogéochimique, dans la fraction non-détritique. Ceci représente une certaine proportion de l'élément initialement lessivé des roches sources ou provenant sous forme dissoute des sources industrielles. Ces éléments ont été incorporés dans les sédiments de diverses façons, soit par précipitation, soit par adsorption sur la matière en particules en suspension, soit par extraction par des organismes vivants et morts. C'est cette fraction qui est potentiellement la plus facilement accessible pour la biota et qui constitue le plus grand danger si elle est présente en quantités excessives, particulièrement si les éléments sont sous une forme qui peut être absorbée sélectivement par la biota. C'est pourquoi les concentrations élémentaires non-détritiques constituent un système d'alarme pour la détection de l'accumulation de métaux lourds accessibles dans les sédiments, longtemps avant que l'on puisse détecter des quantités excessives dans le milieu aqueux. On a constaté que dans le golfe St Laurent 8 à 39% du zinc total, 7 à 20% du cuivre total, 15 à 26% du plomb total, 8 à 24% du cobalt total, 12 à 24% du nickel total, 2 à 11% du chrome total et 5 à 18% du vanadium total sont retenus dans la fraction non-détritique. Ces concentrations sont faiblement retenues par des matériaux organiques à grains fins, des revêtements d'oxyde en grains, des positions d'échange d'ions et des carbonates. Certaines de ces quantités proviennent de sources anthropogènes et toutes sont potentiellement accessibles pour la biota.

D. H. Loring, R. T. T. Rantala

Disponibilité et dynamique de transfert des organochlorés dans l'écosystème marin. Les principaux contaminants organochlorés des écosystèmes marins sont le DDT et ses métabolites, et les biphényles polychlorés (PCBs). On sait cependant très peu de choses sur la disponibilité et la dynamique de transfert des organochlorés dans la biosphère aquatique ou sur les effets à long terme de concentrations sublétales sur la biota et les communautés biologiques.

Il serait utile de pouvoir prédire l'aptitude de ces substances à se concentrer dans la biosphère, mais on ne peut construire de modèle de prédiction sans qu'aient été évaluées les constantes de taux d'absorption et d'élimination. Nous avons entrepris d'estimer ces constantes en laboratoire en utilisant des copépodes calanoïdes comme zooplanctontes représentatifs. Les résultats ont été décrits sous forme d'un modèle exponentiel simple qui nous permet de calculer la quantité de DDT que *Calanus* prendrait dans l'eau de mer en un certain temps, si l'on connaît seulement la concentration de DDT dans l'eau de mer. On a supposé que le processus d'absorption était lié à la surface exposée de l'organisme, et on a donc mis au point une méthode précise de mesure de la surface des crustacés marins. Afin de vérifier l'hypothèse du lien entre l'absorption et l'étendue de la surface du corps, des études identiques ont été effectuées sur des crustacés plus gros, les euphasiacées, qui ont environ dix fois la surface de *Calanus*. Les résultats ont été inattendus en ce qu'ils ont montré que les constantes aussi bien d'absorption que l'élimination étaient essentiellement les mêmes pour les copépodes et les euphasiacées. Mais on n'avait pas tout d'abord tenu compte de ce que les euphasiacées nagent trois fois plus vite que *Calanus*, ce qui veut dire que la surface exposée et disponible pour l'absorption par milligramme de poids sec par unité de temps est à peu près la même pour les deux organismes, et ceci explique pourquoi les constantes obtenues expérimentalement sont si proches les unes des autres. Cette observation a permis de construire un modèle de prédiction plus général pour l'accumulation de DDT par les crustacés marins.

Lorsqu'on essaie d'établir un modèle d'une substance toxique dans la biosphère il est extrêmement important d'évaluer la capacité de chaque organisme à métaboliser cette substance. *Calanus* a été contaminé expérimentalement au DDT et surveillé pendant une période de huit semaines; mais aucun métabolite du DDT (DDE, DDD, DDMU) n'a été observé à 6°C.

Un échantillonnage sur le terrain a été entrepris en 1976 et 1977 pour mesurer à chaque saison les niveaux d'organochlorés dans un réseau alimentaire marin relativement non contaminé. Un appareil spécial de fractionnement du plancton par tailles (25 - 2.000+ microns) a été spécialement mis au point. Des échantillons prélevés au cours d'une année ont maintenant été analysés pour déterminer leur teneur en PCBs et n'ont pas révélé de bioaccumulation à plusieurs niveaux trophiques, du phytoplancton aux larves de poisson. Il semble en fait que l'on peut prédire les niveaux de PCB de façon sûre simplement à partir de la teneur en lipides de l'organisme. Ceci donne à penser que dans la nature le morcellement du PCB se produit entre l'eau de mer et le lipide des planctontes.

Le problème n'est cependant pas résolu si simplement. Des études de nutrition réalisées sur des copépodes à l'aide d'algues contaminées au DDT montrent qu'ils retiennent à environ 90% le DDT provenant de leur nourriture. Si l'on connaît le cycle de vie du copépode, la nourriture consommée à chaque stade

et le degré de contamination de leur nourriture, de simples calculs montrent que ces copépodes pourraient absorber suffisamment de DDT par voie alimentaire pour expliquer leur niveau actuel de contamination tel qu'on l'observe dans la nature. Notre conclusion actuelle est que les organochlorés sont dans un état d'équilibre dynamique avec les phospholipides des membranes des cellules du phytoplancton et que cet équilibre peut remonter rapidement la chaîne alimentaire par voie de nutrition.

On s'efforce de mesurer le DDT et ses métabolites dans les échantillons qui ont déjà été fractionnés pour les analyses de détermination des PCBs. Lorsque ces mesures auront été obtenues, on essaiera de construire un modèle dynamique du DDT dans le plancton marin en se servant de ce que l'on sait de la biologie de ces organismes et de la dynamique du DDT étudiée en laboratoire.

Des analyses seront faites sur plusieurs espèces de poissons pélagiques (hareng, maquereau, gaspereau, éperlan) pour voir s'ils contiennent un poids constant de PCBs par unité de poids de lipide aux stades de l'oeuf, du juvénile et de l'adulte.

G. C. H. Harding, P. Vass

Effets sublétaux des contaminants sur les organismes

En 1977-78 nos travaux ont porté sur deux sujets: (1) la mesure dans laquelle les organismes aquatiques peuvent dégrader ou excréter des contaminants dont on connaît ou soupçonne la présence dans le milieu et (2) les effets de ces contaminants sur les organismes.

Dégradation des composés étrangers. Bien que l'insecticide DDT soit utilisé depuis plus de 30 ans (et ait été reconnu comme un contaminant de l'environnement depuis au moins 25 ans) nous savons encore très peu de choses sur la façon dont il est métabolisé par les organismes aquatiques. Un schéma possible de dégradation a été établi pour les mammifères il y a quelques années; ce schéma supposait l'existence d'une douzaine de stades dans la transformation du DDT (matériau soluble dans les graisses et facilement emmagasiné dans les dépôts graisseux des organismes) en DDA (produit de dégradation soluble dans l'eau et donc excrétable). Nous avons examiné dans quelle mesure cette voie peut être suivie chez les poissons en étudiant ce qu'il advient des métabolites de DDT 'étiquetés' au ^{14}C dans la dégradation du DDT. On a constaté que deux des stades dont on suppose la présence chez les mammifères et qui comportent tous les deux la réduction de métabolites du DDT, ne se produisent pas chez les poissons. Cette voie de dégradation du DDT est donc bloquée chez les poissons et ceci constitue une explication au moins partielle de la raison pour laquelle les résidus de DDT tendent à s'accumuler chez les poissons et ne sont guère excrétés.

On a aussi examiné ce qu'il advient chez les poissons de l'éther biphenyle. C'est une substance très utilisée dans l'industrie comme composant d'agents de transfert de chaleur, et il a été détecté dans l'environnement à l'état de traces. Il est probable qu'il s'accumule et est emmagasiné chez les poissons et c'est pourquoi on a étudié sa dégradation. Il semble être métabolisé en éther biphenol-4-hydroxique, qui peut être excrété par la voie de la bile sous forme de conjugué.

Un troisième contaminant potentiel que nous avons étudié est l'acide *n*-octanohydroxamique. Cette substance a été proposée comme agent de flottaison des minerais et nous avons constaté dans des études précédentes qu'elle est très toxique pour les poissons. A l'aide d'un produit 'étiqueté' au ^{14}C , nous avons montré que ce composé est absorbé rapidement par les poissons, mais qu'il est éliminé très rapidement lorsque le poisson est transféré dans de l'eau propre. L'élimination semble dépendre de la formation d'un métabolite non identifié.

R. F. Addison, D. C. Darrow, D. E. Willis, M. E. Zinck

Systèmes d'induction des enzymes. La plupart des contaminants organiques de l'environnement sont présents dans la Région atlantique canadienne à des niveaux relativement faibles, et n'exercent pas d'effets hautement toxiques évidents. Nous ne savons pas cependant s'ils exercent des effets sublétaux, et une partie de notre travail a visé à découvrir de tels effets. L'effet sublétaux dont nous nous sommes le plus occupés est l'induction (c'est-à-dire la stimulation de l'activité) des enzymes oxydases microsomiales (MFO). Ces enzymes jouent un rôle crucial dans la dégradation de divers composés étrangers et leur activité pourrait non seulement illustrer les effets sublétaux de certains composés dans l'organisme mais pourrait même servir de test biologique sublétaux.

On a constaté que l'insecticide DDT et son métabolite de DDE n'avaient pas d'effet sur le système MFO des poissons. Cette constatation est assez surprenante étant donné que ces deux composés sont des inducteurs de MFO puissants chez les mammifères. Mais les PCBs et les hydrocarbures de pétrole sont des inducteurs puissants chez les poissons et le pétrole peut aussi stimuler l'activité d'enzymes MFO chez les mollusques. Nous avons comparé l'induction de MFOs chez les poissons par les PCBs avec l'absence d'induction par un remplacement du PCB, démontrant ainsi que ce remplacement peut être plus acceptable du point de vue environnemental que les PCBs. Le travail se poursuit sur la mise au point de l'induction des MFO comme test biologique sublétaux pour les PCBs et les composés apparentés.

Nous avons aussi examiné le mécanisme de la toxicité des acides alkyhydroxamiques (dont on a mentionné ci-dessus qu'ils étaient proposés comme agents de flottaison des minerais et qu'ils étaient dans certaines conditions de puissants contaminants de l'environnement). Nous avons démontré que l'acide *n*-décanohydroxamique est hautement toxique pour les poissons parce qu'il provoque une hypoxémie (faible concentration d' O_2 dans le sang qui a pour effet d'"asphyxier" le poisson) par des mécanismes non identifiés.

R. F. Addison, D. C. Darrow, D. E. Willis, M. F. Zinck

Réactions physiologiques des organismes isolés aux hydrocarbures de pétrole. Des études en laboratoire et sur le terrain ont montré que les palourdes à coquille molle sont particulièrement vulnérables aux hydrocarbures qui subsistent dans les sédiments environnants, jusqu'à sept ans après l'exposition initiale dans le cas de palourdes polluées par le déversement de Bunker C de l'Arrow en 1972. La croissance, l'accrétion de coquille, l'accumulation de carbone et la respiration, ainsi que la structure et le recrutement de la population sont nettement atteints et différents de ceux des populations normales non polluées.

Cette vulnérabilité de la physiologie et du métabolisme des palourdes semble varier en degré selon le type d'hydrocarbure auquel elles sont exposées. En général tandis que les pétroles et les produits pétroliers frais sont initialement extrêmement toxiques, la détérioration semble persister en rapport direct avec le degré de dégradation par le temps des pétroles répandus.

Les palourdes provenant de sédiments pollués continuent à porter dans leurs tissus une forte concentration d'hydrocarbures dérivés du pétrole répandu. Ceux-ci deviennent alors transmissibles aux larves de palourdes par la voie des graisses du jaune d'oeuf, ou à des prédateurs tels que les poissons par prédation. Le problème chez les palourdes semble provenir en partie de leur inaptitude à métaboliser les hydrocarbures de pétrole au moyen du système d'hydroxylases d'hydrocarbures aromatiques (AHH) qui, dans d'autres organismes tels que le poisson et l'homme, est le principal système d'enzymes qui débarasse les tissus d'hydrocarbures aromatiques ressemblant à des stéroïdes des dont l'organisme ne veut pas. Les études faites jusqu'ici indiquent l'absence d'un tel système d'AHH chez les bivalves. D'où leur inaptitude à débarasser leurs tissus des hydrocarbures accumulés par une dépuración normale. Des études se poursuivent en France au site de la marée noire de l'*Amoco Cadiz* pour examiner de façon plus détaillée ce processus de dépuración.

Des observations ont été faites sur l'accessibilité du pétrole et des hydrocarbures de pétrole présents dans l'eau et les sédiments, pour divers poissons dont la truite et la flet anglais. Au bout de quelques jours d'exposition aux sédiments pollués, le flet montrait des accroissements importants de concentrations d'hydrocarbures dans les tissus dans des échantillons de peau, de muscle et de foie. Il est toutefois particulièrement intéressant de noter que, malgré une exposition continue aux sédiments pollués et un influx continu d'hydrocarbures de pétrole dans le flet, la concentration d'hydrocarbures dans les tissus du flet diminue après une augmentation initiale. Après dix mois d'exposition continue au pétrole, les concentrations d'hydrocarbures dans les tissus étaient descendues à zéro dans les échantillons de peau et de muscle et il ne restait de quantités décelables d'hydrocarbures que dans la foie. Les composés les plus persistants dans ces tissus au cours de cette expérience de 60 jours étaient les aromatiques de substitution les plus complexes.

Une expérience parallèle menée avec la truite a montré que, au cours d'une période similaire d'exposition continue au pétrole, l'induction du système aryl hydrocarbure hydroxylase (AHH) s'est produite dans un délai de 24 heures après l'exposition. Des niveaux accrus d'activité AHH ont été observés pendant plus de deux semaines durant l'expérience. Un comportement similaire du système AHH a été observé au cours d'une deuxième expérience avec le flet. Il semble donc que chez les poissons il existe un potentiel physiologique de dépuración enzymatique active des tissus par une transformation enzymatique rapide et continue des hydrocarbures. Ceci peut aussi expliquer l'extraordinaire survie de mulets capturés dans des eaux très polluées de Bretagne du nord quatre semaines après l'échouage de l'*Amoco Cadiz*.

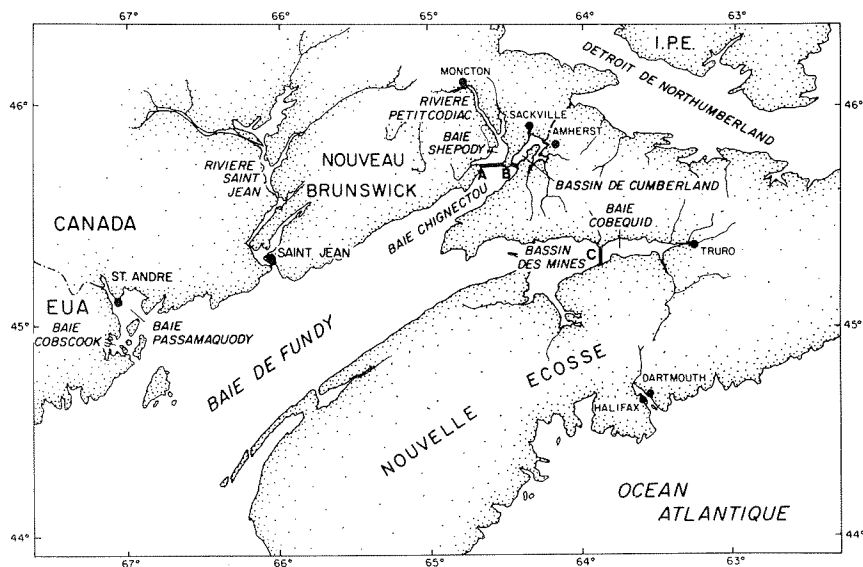
J. H. Vandermeulen, T. P. Ahern

Transformation possible du rapport prédateur-proie par les contaminants marins. Des études récentes ont été consacrées à la possibilité de ce que les contaminants marins modifient les rapports de prédateur à proie dans le milieu marin. On a démontré, à l'aide de chaînes alimentaires modèles expérimentales composées d'algues flagellées unicellulaires et de copépodes, que même de faibles concentrations (0,1 pour un million) de certains produits chimiques, y compris les métaux lourds, les hydrocarbures de pétrole et les hydrocarbures chlorés peuvent modifier de façon significative l'efficacité de broutage d'un copépode sur une population proie d'algues. Au cours d'une période de 24 heures, l'efficacité de broutage a augmenté de 10 à 25% en présence de 0,1 à 0,5 pour un million d'hydrocarbures. Des études ultérieures ont montré que l'augmentation de l'efficacité de broutage du prédateur, le copépode, était due à une diminution de l'aptitude de la proie, l'algue, à nager. Des études portant sur une période de 48 heures ont montré qu'une telle efficacité accrue de broutage, due à la contamination, persiste à un niveau d'hydrocarbures de 0,1 pour un million.

J. H. Vandermeulen, P. T. Ahern

Projet de la baie de Fundy

Le but du projet de la baie de Fundy est d'étudier les propriétés et la dynamique de l'écosystème marin dans les régions supérieures de la baie de Fundy et de découvrir dans quelle mesure elles sont influencées par la grande énergie de marée et les concentrations de sédiments en suspension caractéristiques de cette région. Une fois interprétées, les données obtenues feront partie du Programme d'évaluation de l'effet environnemental de l'exploitation de l'énergie marémotrice de Fundy dont le but est d'essayer de prédire les effets écologiques de la construction d'un barrage en termes



Carte de la baie de Fundy indiquant les sites possibles d'exploitation de l'énergie marémotrice (A, B et C). Les études réalisées dernièrement ont fait choisir le site B pour de nouvelles études et un développement éventuel. (IOB 4848)

qualitatifs et quantitatifs - par exemple, les changements entraînés par la réduction de l'échange d'eau de mer au site du barrage et par la diminution des zones intercotidales et de l'énergie de marée derrière le barrage. Si un tel projet est finalement entrepris, les résultats pourront aussi servir à aider à mesurer les changements effectifs entraînés par la construction du barrage et à juger de l'exactitude de nos prédictions.

On procède pour commencer à des levés écologiques destinés à compléter notre connaissance descriptive de la région. Puis on s'attachera à étudier la dynamique de l'écosystème en vue d'établir des budgets exacts du carbone (ou de l'énergie) pour des sites géographiques spécifiques; par exemple, les régions intercotidales importantes ou l'ensemble du bassin de marée proposé. Les résultats pourraient aussi servir à construire des modèles de simulation. L'attention est centrée sur la région du bassin de Cumberland, le site choisi de préférence pour un éventuel barrage, mais des données sont recueillies aussi dans toute la baie. Etant donné que tant de facteurs environnementaux entrent en jeu, ce programme est mené en coopération étroite avec les autres services d'Etat et les universités effectuant des recherches dans la baie (par exemple le Centre géoscientifique de l'Atlantique, le Service canadien de la faune, la Station biologique de St Andrews et l'Université Acadia). On trouvera résumés ci-après les résultats des travaux réalisés jusqu'à présent.

Ecologie descriptive de la macrofaune benthique. Plusieurs centaines d'échantillons ont été récoltés à la benne dans les baies de Fundy et Chignectou du cours de l'été 1978. En outre des échantillons intercotidaux ont été recueillis toutes les deux semaines à huit emplacements dans la baie Shepody et le bassin de Cumberland entre mai et octobre 1978. On déterminera les principaux éléments taxonomiques, les effectifs et la biomasse des animaux benthiques. Des études détaillées de la croissance et de la mortalité des organismes clés ont été faites à deux des emplacements intercotidaux.

D. L. Peer

Chimie des sédiments. On a analysé la fraction inorganique de 100 échantillons prélevés à la benne au cours du mois d'août 1977 pour identifier les principaux éléments et les métaux à l'état de traces. Les concentrations sont généralement similaires à celles que l'on trouve dans le golfe St Laurent; mais il y a des variations, que l'on peut attribuer à la texture des sédiments et à leur position géographique. Il y a des anomalies locales autour d'un site d'immersion des matériaux dragués près de Saint-Jean et le mode de dispersion de certains métaux introduits artificiellement peut aider à prédire la dispersion d'autres matériaux sédimentaires.

On a mesuré les pigments végétaux et la teneur organique des échantillons de sédiments recueillis dans la baie de Fundy et la baie Chignectou. Ces données seront comparées à des mesures similaires de matière en suspension dans la colonne d'eau et utilisées pour vérifier l'hypothèse selon laquelle la biomasse de la macrofaune benthique est déterminée par le flux de matière organique vers le fond et non par la quantité accumulée dans les sédiments.

D. H. Loring, B. T. Hargrave

Chimie de la colonne d'eau. Au cours de 1977 et de 1978 plusieurs milliers d'échantillons d'eau ont été recueillis le long de l'axe de la baie de Fundy à 14

stations couvrant un cycle de marée dans la baie Chignectou, et aux embouchures de la baie Shepody et du bassin de Cumberland. Les variables suivantes ont été mesurées à trois profondeurs ou davantage: principaux éléments et métaux à l'état de traces, chlorophylle et phaeopigments, carbone et azote organiques en particules, carbone organique dissous et plusieurs substances nutritives inorganiques dissoutes. Des mesures des sédiments en suspension, de l'atténuation et des paramètres d'océanographie physique ont été faites en même temps par le Centre géoscientifique de l'Atlantique. Des collections de zooplancton ont également été constituées, avec l'aide de l'Université Acadia.

D. H. Loring, P. D. Keizer, D. C. Gordon, J. Dale

Production primaire épibenthique et respiration communautaire. De mai 1977 à octobre 1978 nous avons mesuré la variation saisonnière de la production primaire épibenthique, de la respiration communautaire, des pigments végétaux et des concentrations de matière organique sédimentaire, de la macrofaune et de la biomasse de *Spartina*, le long d'une transecte intercotidale située à Anthony Park dans la baie Cobéquid en Nouvelle Ecosse. Ces observations sur le terrain d'une part fourniront des données de production et de respiration, et d'autre part aideront à distinguer les différents processus



Les restes du pétrole Bunker C de la marée noire de l'Arrow en 1970 couvrent encore une partie du littoral de la baie Chedabouctou en Nouvelle Ecosse et des ses environs. L'analyse continue de tels résidus nous renseigne sur la dégradation naturelle et les taux d'auto-nettoyage par l'action des vagues et l'évaporation, comme ici dans l'anse de Black Duck. (IOB 3934-41)

physiques et biologiques qui ont un effet sur le flux des éléments à la surface des sédiments, et serviront à déterminer quelle est la quantité de matière organique provenant des zones intercotidales de la partie supérieure de la baie de Fundy qui s'accumule ou est transportée. Des mesures mensuelles similaires ont été faites à partir de mai 1978 le long d'une transecte, à Peck's Cove dans le bassin de Cumberland.

B. T. Hargrave, D. C. Gordon, G. Phillips, N. Prouse, P. D. Keizer, J. Dale

Colloque sur le rétablissement d'un environnement pollué par le pétrole

Une question essentielle qui se pose aux chercheurs étudiant l'effet des marées noires et la contamination par le pétrole est celle du rétablissement de l'environnement après une marée noire. Il semble qu'un rétablissement ait lieu mais on n'en comprend ni le mode ni les phénomènes. Les marées noires semblent toutes être uniques; c'est-à-dire que chacune d'elles semble se comporter différemment et varier dans ses effets. Quelques-uns des facteurs qui peuvent influencer l'effet d'une marée noire ainsi que le rétablissement ultérieur de l'environnement sont la température, le type de pétrole et son degré de dégradation, les conditions météorologiques et océaniques, le type de côte (géomorphologie) et les sortes de biota présentes dans la région.

Plus de 160 chercheurs travaillant dans ce domaine se sont réunis à Halifax en Nouvelle Ecosse en octobre 1977 pour discuter cette question des chances de rétablissement. Ils ont examiné la question de savoir combien de pétrole un environnement peut tolérer, quels pourraient être les modes de rétablissement et quels sont les points faibles ou les composants fragiles dans la séquence des étapes de rétablissement faisant suite à une marée noire.

La marée noire de West Falmouth en 1969 et celle de l'*Arrow* en 1970 ont servi de points de repère pour la discussion; le programme comportait environ 40 rapports présentés par les meilleurs chercheurs du monde dans ce domaine. La réunion a duré trois jours et demi et a comporté trois sessions consécutives, consacrées l'une aux aspects chimiques et physiques de la dégradation du pétrole, l'autre aux effets physiologiques du pétrole répandu et la troisième aux changements à long terme des communautés attribuables à la pollution pétrolière. Tout au long du colloque on a mis l'accent sur les études à long terme et on a beaucoup insisté sur le travail documenté sur le terrain par opposition aux études de simulation en laboratoire. Les travaux du colloque ont été publiés dans un numéro spécial du Journal de l'Office des recherches sur les pêcheries du Canada (volume 35, numéro 5, 1978).

J. H. Vandermeulen, D. C. Gordon, Jr.

Océanographie des pêches

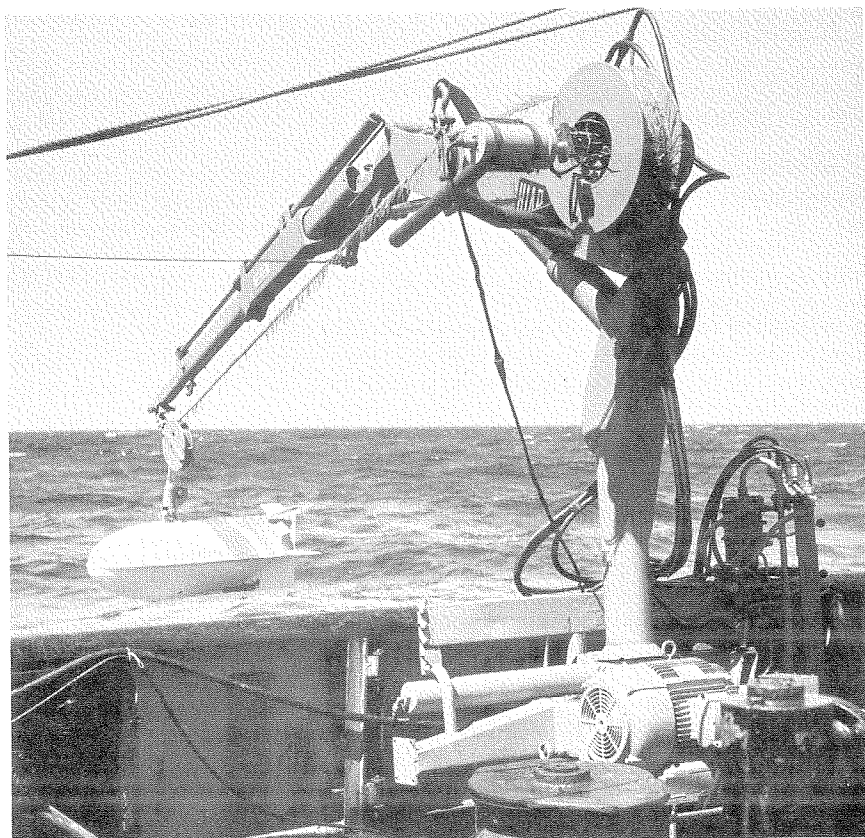
C'est dans la division d'Océanographie des pêches que le lien entre la science écologique et la gestion des ressources est le plus direct. L'applicabilité, à long plutôt qu'à court terme, nous sert de critère pour évaluer nos recherches, qui portent principalement sur la structure des écosystèmes marins. Il est clair que nous avons besoin de mieux comprendre la nature du rapport entre la structure des écosystèmes et le milieu physique. Il est encore plus important d'être conscient des implications de ce rapport sur la production de poissons en eau salée. Nos projets de recherche comprennent toute une variété d'études théoriques et pratiques, et bien que nos méthodes soient souvent empiriques (comme souvent en écologie) ils visent néanmoins à atteindre des buts bien définis.

Le travail d'écologie théorique forme un complément essentiel aux études en laboratoire et sur le terrain, bien que nous soyons obligés d'être très sélectifs dans notre choix de projets: étant donné la complexité des systèmes écologiques, seuls certains aspects de ces systèmes se prêtent à une attaque théorique dans l'état actuel de nos connaissances. Il ressort clairement des descriptions de projets contenues dans ce chapitre qu'il n'y a pas de voie unique menant à la compréhension de la structure des écosystèmes; et le chemin à prendre pour mettre cette compréhension à profit sous forme d'une gestion efficace n'est nullement évident. Mais nos projets reflètent bien, entre autres choses, les conceptions nouvelles qui se sont fait jour sur le genre de renseignements dont ont besoin les administrateurs des ressources. L'intérêt que suscitent de nouveau récemment les études théoriques, et nos nouveaux travaux sur l'interaction entre l'écologie et l'économie des pêches témoignent de la manière dont nos recherches répondent à des préoccupations nouvelles.

Dynamique des populations et théorie écologique

Evaluation hydro-acoustique des stocks de poissons. Les données sur les stocks de poissons sont aussi difficiles à se procurer qu'indispensables à une bonne gestion. Les paramètres de population ont traditionnellement été estimés d'après les données de capture par unité d'effort et par des analyses de la répartition par âges des captures. Bien que ces méthodes, qui dépendent des pêches, aient semblé fournir des renseignements suffisants pour administrer les pêches, elles sont manifestement sujettes à des déformations échappant au contrôle des chercheurs. Par la mise au point de méthodes acoustiques d'évaluation des stocks nous espérons éviter ces déformations et fournir des estimations de la taille des stocks qui ne dépendent pas de l'existence d'une pêche.

Au cours de ces dernières années, nous avons mis au point un système basé sur un sondeur à écho scientifique Simrad EK-50 et sur un miniordinateur Honeywell 316. Le transducteur est dans un châssis qui peut être remorqué à des profondeurs de 50 mètres maximum. Ceci réduit les faux bruits et ajoute à la flexibilité du système. Les données sont enregistrées sur des bandes magnétiques à neuf pistes et sur télétype pour être traitées ultérieurement. En outre les estimations initiales du stock de poissons sont traitées et imprimées pendant le levé même.



Une grue hydraulique est utilisée pour soulever et abaisser l'engin remorqué qui contient le transducteur employé pour l'évaluation hydro-acoustique des stocks de poissons. (IOB 2535-19)

Les progrès récents apportés au système incluent un système de conversion analogue-numérique à 12 bits. Ceci a amélioré la définition et la mesure de l'amplitude de l'écho de retour, ce qui donne une meilleure estimation de la taille du poisson. On a aussi introduit un gain numérique variant avec le temps pour minimiser les erreurs dues à la dispersion et à l'absorption du son. On s'est aussi servi d'un transducteur de 50 kilohertz pour réduire la marge d'incertitude dans la détermination de la taille des causes de diffusion du son; un petit poisson se trouvant environ au milieu du pinceau sonore peut produire des échos similaires à ceux d'un gros poisson qui se trouve près du bord de celui-ci. Le nouveau transducteur minimise cet effet en transmettant un pinceau étroit (6° entre trois décibels) et en recevant à la fois sur un pinceau large (24°) et sur un pinceau étroit.

Des programmes d'ordinateur ont été préparés pour permettre de compter et d'intégrer simultanément l'écho, ce qui veut dire qu'il est possible de distinguer entre les échos reçus de groupes de petits poissons et ceux des gros poissons isolés, ainsi que de repérer un poisson isolé sous des bancs de poissons. Il permet aussi d'étudier la structure des bancs de poisson.

Une deuxième phase de mise au point a maintenant commencé, visant à permettre une analyse et une interprétation plus détaillées des données. L'ordinateur sera remplacé par un système de microtraitement et le taux d'interruption de l'écho passera de 600 à 100 microsecondes. Avec ce nouveau système, une minute seulement de données traitées sera disponible au cours d'un levé, juste assez pour vérifier le bon fonctionnement de l'appareil. Le gros de l'analyse des données se fera sur des ordinateurs basés à terre; cet inconvénient sera plus que compensé par la sûreté de fonctionnement très supérieure du système de microtraitement.

L'analyse profitable des données dépend non seulement de l'efficacité du système de collecte des données mais aussi de sa mise en oeuvre; c'est pourquoi nous nous efforçons d'améliorer le système de levé. Des méthodes sont aussi en cours de mise au point pour permettre aux renseignements à deux dimensions recueillis par le système acoustique d'être interprétés sous forme de répartition à trois dimensions des poissons dans la mer.

R. Shotton, R. G. Dowd

Système de retenue pour les expériences sur les coquillages. En 1976 on avait essayé d'utiliser un simple radeau de bois pour des expériences de production de coquillages menées dans la baie St Margarets en Nouvelle Ecosse. Ce système n'avait pas pu supporter les conditions hivernales. On a ensuite essayé de se servir d'un radeau d'acier submersible beaucoup plus solide conçu par le laboratoire d'Halifax du Service des pêches et de la mer



Radeau submersible utilisé pour les expériences de production de coquillages. (IOB 4740-24)

pour retenir des salmonidés dans les échancrures locales. Après quelques modifications ce radeau a été mis en place en avril 1977 et y est resté tout un hiver sans problèmes. La submersion du radeau pendant l'hiver et sa récupération pendant les périodes libres de glace ont permis de surveiller la production de coquillages pendant tout le premier d'hiver d'utilisation.

K. R. Freeman, L. M. Dickie

Etudes sur les moules bleues. L'analyse de la croissance et de la mortalité des moules se poursuit. Les premiers résultats ont montré qu'il y a des différences importantes de productivité nette entre deux groupes d'une même population élevés dans des régions différentes. Cette différence est rendue difficile à expliquer par le fait qu'il existe toute une série de types de croissance à l'intérieur de la population-source, et que la mortalité n'est pas régulière. En gros cependant le taux de mortalité ne semblait pas s'exercer de façon différente sur les types dont les taux de croissance diffèrent.

Il semble probable que les différences de taux de croissance observées à l'intérieur de la population source sont d'origine génétique. Il est plus difficile d'expliquer les différences de mortalité entre les différentes régions. Nous avons donc développé les retenues expérimentales sur le terrain afin de recueillir des indices de mortalité des différentes populations-sources. Des moules provenant de la baie St Margarets, et du bassin de Bedford en Nouvelle Ecosse, et d'Ellerslie dans l'île du Prince Edouard ont été placées dans chacune des trois zones de croissance. Les résultats préliminaires confirment que, dans une zone donnée, il y a des différences et de croissance et de mortalité entre les populations provenant de régions différentes, en plus des différences entre zones. Il semblerait que, si l'on se sert et des taux de croissance et des taux de mortalité, la moule bleue est un indicateur prometteur de la qualité de l'environnement. Mais une telle évaluation peut devoir tenir compte de facteurs génétiques.

Afin d'examiner plus avant le fondement des différences de production, un certain nombre de tests ont été entrepris en coopération avec des chercheurs d'autres instituts. Nous commençons (en coopération avec l'université Dalhousie) à mesurer la productivité des résultats des premières expériences de transfert réciproque. Les survivants à croissance lente et rapide provenant des diverses sources ont été croisés et sont maintenant élevés jusqu'à ce qu'ils atteignent une taille où leur production puisse être comparée à celle des milieux d'origine. R. Koehn, de l'université de l'Etat de New York à Stony Brook procède à une analyse préliminaire des isoenzymes au locus génétique LAP (leucine aminopeptidase) sur des spécimens prélevés dans les trois zones-sources. Il est prévu de réaliser un prolongement de ce travail en coopération avec l'université Dalhousie. En même temps nos associés entreprennent plusieurs études comparatives de la physiologie des moules de différentes populations-sources.

K. R. Freeman, L. M. Dickie

Etudes des palourdes à coquilles molles. Des plateaux de palourdes à coquille molle (*Mya arenaria*) de différentes tailles, provenant d'une zone proche d'Halifax, ont été suspendus dans le bassin de Bedford et la baie St Margarets en Nouvelle Ecosse, en vue de comparer les ressources de cet organisme avec les résultats obtenus précédemment pour la moule bleue. Cette expérience, qui n'est en cours que depuis un an, n'a pas révélé jusqu'ici de grandes différences de taux de croissance ou de mortalité entre les deux zones

de transplantation. Mais étant donné que les différences de production qui se sont manifestées chez les moules bleues étaient plus marquées au cours de la deuxième saison de retenue que pendant la première, cette expérience doit être poursuivie au moins un an de plus.

K. R. Freeman, L. M. Dickie

Accumulation de pesticide chez les phoques. Les phoques gris adultes mâles accumulent des résidus de pesticides dans leur corps. En général, plus le phoque est vieux, plus la concentration de pesticide est élevée. On n'a toutefois pas trouvé d'augmentation cumulative chez les femelles. La raison en est que les femelles utilisent leurs réserves de graisse pour produire du lait. Les résidus de pesticides sont transférés de la graisse dans le lait et finalement au petit.

P. F. Brodie, R. F. Addison

Différenciation chez les populations de baleines. Des études d'énergétique et de morphologie fonctionnelle ont montré que l'on peut reconnaître les différentes populations de baleines aux dimensions de leur corps. Il y a notamment un changement de taille moyenne du corps dans l'Atlantique nord-ouest, qui est en rapport avec la latitude. La taille est en rapport inverse de la longueur de la saison de nutrition; plus cette saison est courte, plus la baleine moyenne est grande.

P. F. Brodie

La répartition des baleines, indicateur des zones de production biologiques élevée. Les renseignements provenant des livres de bord de la station baleinière de Blandford en Nouvelle Ecosse, révèlent que les baleines sont tuées dans certaines zones géographiques bien distinctes. On ne trouve de baleines que dans certaines zones et elles y restent concentrées en dépit du fait qu'un certain nombre d'entre elles sont capturées par les navires baleiniers. Une fois que les baleines trouvent des terrains où la nourriture est abondante elles ne sont pas facilement effrayées par la chasse ou par la circulation des navires.

Les baleines se trouvent le plus souvent sur les bords des bancs et le rebord du plateau continental. Ce sont des zones où il y a de grandes concentrations de zooplancton et où se maintiennent des niveaux élevés de productivité biologique. Il n'est donc pas surprenant que les pêcheurs commerciaux se servent des baleines pour repérer les bancs de poissons, notamment de harengs.

W. H. Sutcliffe Jr., P. F. Brodie

Stratégie de nutrition des baleines et concentration des organismes alimentaires. Les prédateurs qui prospèrent n'échantillonnent pas leur milieu au hasard pour trouver leur nourriture. Ils cherchent des concentrations ou groupements anormaux d'organismes-proies et ils restent au voisinage de ceux-ci jusqu'à ce que leurs besoins soient satisfaits ou jusqu'à ce que les effectifs des proies soient si réduits qu'il n'est plus profitable du point de vue énergétique de continuer à s'en nourrir. Les oiseaux de mer, les phoques, les baleines et les pêcheurs emploient tous cette stratégie.

Les océanographes quant à eux se donnent beaucoup de mal pour éviter une telle sélection, ce qui fait que leurs modèles de la dynamique des chaînes alimentaires décrivent des situations moyennes. Ceux-ci sont certes utiles pour décrire des conditions générales telles que la 'production annuelle' ou 'la capture totale de poissons' mais une application rigide de ces modèles à des interactions spécifiques à court terme prédateur-proie mène à des anomalies manifestes.

On a pu calculer, à l'aide d'estimations réalistes de la vitesse de nage, de la largeur de la bouche, du rendement de filtrage et de la durée de nutrition des baleinoptères (rorqual), que la densité d'euphasiacées dans la zone même de nutrition doit être au moins 100 fois plus élevée que les concentrations moyennes sur le plateau Scotian. S'il n'en était pas ainsi, il serait impossible d'expliquer les quantités de nourriture que l'on trouve dans les estomacs des baleinoptères. Un déploiement sélectif de filets d'échantillonnage et d'observations au sonar a permis de découvrir des densités d'euphasiacées de l'ordre de grandeur voulu.

P. F. Brodie, D. D. Sameoto (océanographie biologique), R. W. Sheldon

Bioénergétique et recrutement des poissons pélagiques. Prédire le recrutement est un problème essentiel qui se pose aux administrateurs des pêches. Ce sujet important est examiné du point de vue pratique et du point de vue théorique, en s'appuyant sur les principes de la sélection naturelle et de la bioénergétique.

Une étude récente a montré que, selon la théorie de l'hydrodynamique et la composition par tailles des particules des chaînes alimentaires marines, il y a au moins deux vitesses de nage spécifiques à chaque espèce, qui sont importantes pour les poissons pélagiques: l'une est la vitesse soutenue optimale, qui maximise la distance parcourue par unité d'énergie dépensée, et l'autre est la vitesse optimale de 'fourragement' (foraging) qui maximise le taux d'écoulement du surplus d'énergie.

Nous avons montré, à l'aide de données portant sur le saumon sockeye, que la vitesse soutenue et la vitesse de 'fourragement' optimales sont proportionnelles à la longueur du corps élevée à la puissance 0,4. Par analogie, si les poissons pélagiques tendent en général à se déplacer soit à la vitesse soutenue soit à la vitesse de 'fourragement', leur ration et leur taux de croissance par rapport au poids de leur corps devraient être proportionnels à une puissance variant de 0,7 à 0,8. Ces prédictions correspondent à des mesures de croissance effectuées sur le terrain pour plusieurs espèces pélagiques.

D'un point de vue pratique, cette théorie de la vitesse optimale de 'fourragement' est actuellement utilisée pour vérifier l'hypothèse selon laquelle des différences d'allocation de l'énergie à la croissance ou à la reproduction, spécifiques à chaque espèce, joueraient un rôle important dans le processus de recrutement des populations.

D. M. Ware

Structure des écosystèmes. Nous nous sommes attaché au cours des dernières années à attirer l'attention sur l'importance des tailles relatives des organismes dans les systèmes de production de poissons. Des observations faites sur le rapport de la biomasse et de la taille, et sur les rapports

prédateur-proie, nous ont amenés à formuler une structure théorique d'écosystème que l'on pourrait décrire simplement en termes de la biomasse et des tailles de prédateur et de proie, et du rendement de croissance de leur interaction. Ceci signifie en pratique que si l'on connaît la taille et la biomasse du plancton on peut estimer la biomasse de poisson, ou vice-versa. Si l'on connaît le taux de croissance soit du poisson soit du plancton, on peut estimer la production.

Nous nous sommes servis de cette théorie de la structure de l'écosystème pour estimer le potentiel de production de poisson dans trois régions. Deux de ces régions, le golfe du Maine et la mer du Nord ont des pêches démersales et des pêches pélagiques tandis que la troisième, la pêche d'anchois péruvienne, est entièrement pélagique. Les estimations de capture moyenne correspondent très bien aux statistiques de débarquement.

De nouvelles études utilisant ce concept de la structure des écosystèmes sont maintenant en cours (au LEM et ailleurs) sur les pêches de l'Atlantique nord. Un rapport récent du Service national des pêches en mer américain indique que l'aptitude de cette théorie à estimer la biomasse est bonne mais que les estimations de production risquent d'être trop élevées d'un facteur ou deux. Cette incertitude est due en grande partie au manque de renseignements sur les taux de croissance par rapport à la taille (voir ci-dessous).

R. W. Sheldon, W. H. Sutcliffe, Jr.

Variation du taux de croissance par rapport à la taille; études de phytoplancton. Un aspect important de l'étude de la taille des organismes dans le cadre de la structure des écosystèmes est la détermination des rapports entre taux de croissance et taille. Sous sa forme générale il s'agit simplement d'une variante de la "loi métabolique" bien connue selon laquelle le taux des phénomènes vitaux varie en proportion inverse de la taille de l'organisme. Mais on ne dispose pas de bonnes données sur les rapports entre taille et croissance. Le phytoplancton a été choisi pour ce programme expérimental simplement parce que les générations s'y succèdent rapidement, à raison généralement d'une par jour environ, ce qui permet aux expériences de progresser rapidement.

On s'est aperçu que les méthodes courantes de mesure des taux de croissance des populations naturelles n'étaient pas sûres; elles produisent fréquemment des variations d'un ordre de grandeur. On a donc mis au point, à partir des techniques de compte des particules, des méthodes qui donnent des estimations sûres du taux de croissance. Des expériences ont été faites dans le bassin de Bedford, et la baie St Georges en Nouvelle Ecosse, et au large du Pérou. Une grande partie des données n'a pas encore été traitée mais les résultats préliminaires donnent à penser que le taux de croissance dépend surtout de la taille de l'organisme intéressé et de la température ambiante. Pour les très petits organismes la longueur du jour est aussi un facteur à prendre en considération. Le but de ces études est d'établir un rapport précis entre le taux de croissance et la taille. Une fois ceci fait, la production pour n'importe quelle taille, y compris les poissons, peut être estimée à partir de mesures de la biomasse.

R. W. Sheldon

Réaction dynamique des écosystèmes. Pour compléter le travail pratique décrit ci-dessus, on a entrepris des études théoriques de la structure des

écosystèmes. La plupart des modèles d'écosystèmes présupposent un état soit statique soit stable de l'environnement. Mais les écosystèmes sont constamment soumis à des perturbations extérieures et la sensibilité d'un système à de telles interférences est d'une importance critique pour la détermination ou la prédiction du comportement réel. Grâce à une nouvelle technique mathématique il est maintenant possible de prédire l'amplitude de la réaction d'un écosystème à une influence perturbante. Il est également possible d'identifier le type de variabilité externe qui risque le plus d'avoir un effet sur la stabilité.

W. L. Silvert

Structure communautaire des populations exploitées. On a constaté que les changements structuraux des communautés des poissons, associés à des substitutions d'espèces, ont parfois un comportement abrupt, discontinu. Ces discontinuités sont liées à des valeurs critiques de productivité du système et d'exploitation par les pêches. On a constaté que des effets similaires se produisent à l'intérieur des espèces et peuvent contribuer à la variance du spectre de tailles de la communauté. L'analyse a montré que la variance dépend en grande partie de l'interaction de la disponibilité de la proie avec l'exploitation par les pêches.

Les études ci-dessus donnent à penser que l'on pourrait mettre au point des méthodes générales pour déterminer les interactions critiques entre les paramètres fondamentaux de production et l'effort de pêche. Nous avons entrepris en 1978 un travail apparenté à celui-ci, mais pas encore terminé, sur des modèles de croissance et de reproduction des poissons et sur le problème de l'identification des complexes d'espèces qui réagissent les unes sur les autres.

S. R. Kerr

Théorie de la 'niche' et systèmes de production de poissons. La 'niche' écologique, sous sa forme moderne, a été définie par G. E. Hutchinson de l'Université de Yale comme une série à plusieurs dimensions de facteurs écologiques qui ont un effet sur la survie d'un organisme. Telle qu'elle fut conçue à l'origine et telle qu'elle est ordinairement appliquée, la niche d'Hutchinson est solidement enracinée dans le principe d'exclusion compétitive. Ces racines conceptuelles ont rendu difficile la description quantitative de la niche; la capacité de prédiction de cette théorie est limitée.

On a essayé de redéfinir ce concept en termes directement observables. La méthode de l'analyse factorielle adoptée par F. E. J. Fry de l'Université de Toronto fournit une théorie et des techniques de mesure que l'on peut utiliser pour analyser la niche d'Hutchinson. La fusion des concepts de Fry et d'Hutchinson mène à une définition de la niche métabolique qui a l'avantage d'être générale en même temps que celui d'avoir des frontières bien définies. On peut aussi l'appliquer à une description quantitative de la niche. Pour tous les organismes, les mesures peuvent être exprimées en termes de capacité métabolique.

Sous cette forme, la niche métabolique peut servir à l'analyse de la croissance et de la reproduction des populations de poissons prises individuellement. On peut également s'en servir pour l'étude et la prédiction des interactions entre populations.

S. R. Kerr

Stratégies optimales de vie des poissons. Dans le cadre théorique général décrit dans les études ci-dessus, il a été possible d'examiner ce qu'on pourrait décrire comme la stratégie de vie des poissons. Il apparaît maintenant qu'en raison des contraintes écologiques il existe un déroulement de vie optimal pour toute espèce de poisson dans certaines conditions de milieu.

Le principe de la sélection naturelle implique que chaque espèce est la mieux adaptée à son rôle écologique. Jusqu'à présent le problème a été que le rôle écologique n'était pas facile à définir. Mais avec le développement d'une théorie de structure par tailles des écosystèmes c'est maintenant moins difficile. Cette définition est d'une utilité pratique pour construire des modèles du déroulement de la vie des poissons et pour prédire leurs réactions probables à un changement du milieu. Une application très utile de cette méthode a été d'acquérir une meilleure compréhension du comportement optimal de 'fourragement' (foraging) des poissons, à différents niveaux de nourriture disponible. On peut se servir de la même méthode pour expliquer pourquoi certains poissons cessent pratiquement de grossir lors de leur première maturité et consacrent toute leur énergie à se reproduire, tandis que d'autres continuent à grandir toute leur vie.

D. M. Ware, W. L. Silvert

Effet de la mortalité due aux pêches sur la stabilité des populations.

L'opinion courante veut que la pression des pêches tende à déstabiliser les populations. Une telle déstabilisation peut résulter par exemple du raccourcissement de la durée moyenne de vie reproductive. Mais les études théoriques donnent à penser que l'accroissement de la mortalité peut aussi supprimer certaines des causes naturelles de variabilité de sorte que pour certaines populations la variabilité intrinsèque peut décroître en cas d'exploitation modérée. Ceci veut dire que dans certains cas il est possible que la taille de la population augmente, lorsqu'une population naturellement instable est soumise à un faible niveau de pêche.

W. L. Silvert

Interprétation des statistiques de capture dans une pêche à plusieurs espèces.

Dans de nombreuses pêches canadiennes on doit se servir des statistiques de captures commerciales comme données pour l'évaluation des populations de poissons. Lorsque plus d'une espèce est pêchée, l'analyse se complique car il faut déterminer la répartition de l'effort de pêche entre les espèces. Les modèles de répartition de capture par unité d'effort montrent que, lorsque les pêcheurs répartissent leur effort efficacement de manière à obtenir le meilleur revenu net possible, beaucoup des méthodes couramment utilisées dans le passé donnent des estimations de tendances d'abondance très déformées. La capture par unité d'effort peut notamment ne pas révéler le déclin d'une population, fût-il radical, lorsque les pêcheurs sont libres d'exploiter d'autres espèces.

W. L. Silvert, L. M. Dickie

Systèmes de réglementation des pêches. La déclaration de juridiction exclusive sur les pêches dans une zone de 320 kilomètres a ouvert aux pêches canadiennes de nouvelles possibilités de développement. L'auteur du présent article et ses collègues de la Direction de la gestion des pêches et des universités ont entrepris d'examiner quelles sont les initiatives administratives voulues pour tirer parti de cette déclaration. Il y a des possibilités importantes à

envisager dans le domaine des sciences économiques et sociales aussi bien que dans celui des sciences physiques et biologiques.

Une étape importante de ce processus d'examen a été la conférence sur la rationalisation économique des pêches tenue en 1978 à Powell River en Colombie britannique. Cet examen général de la situation a fait ressortir que, si le rétablissement des populations de poissons sous le régime de la juridiction étendue a correspondu à ce qu'on attendait, les résultats économiques eux sont variables et dépendent de la combinaison d'une bonne organisation de l'industrie avec des transformations technologiques. En dépit du fait que le rétablissement économique est obscurci tant par l'augmentation des prix réels que par des difficultés croissantes en ce qui concerne la qualité des données, il ne fait guère de doutes que dans les pêches canadiennes l'augmentation de prospérité à court terme confirme les vues théoriques selon lesquelles la dissipation de redevance était vraiment très élevée dans le passé dans le domaine des pêches. Dans les situations où l'organisation sociale a limité efficacement l'accès aux pêches, cette perception de la redevance prend la forme d'un surplus de profit pour les producteurs. Mais il y a des indications que dans la plupart des cas les mesures habituelles de gestion et l'organisation sociale n'ont pas éliminé effectivement la compétition pour les ressources de sorte que les profits qui apparaissent sont de nouveau absorbés par une technologie de plus en plus excessive.

Les signes d'une prospérité accrue ont créé de nouvelles pressions sur les systèmes d'allocation de l'accès aux ressources, ce qui incite les participants à tourner les règles. Les coûts de plus en plus élevés de l'application des règlements, et la baisse de qualité des statistiques rendent d'autant plus urgente la préparation de réactions administratives appropriées. Des expériences de gestion récentes montrent que des formes limitées d'auto-discipline sont à la fois praticables et largement reconnues comme étant nécessaires. Une telle stratégie répondrait aussi à l'objectif d'employer une partie des revenus des services administratifs pour compenser leurs dépenses.

La rapidité du rétablissement de certaines pêches a dépassé ce qu'on attendait. Ce peut être le reflet de changements réels d'abondance à long terme, ou d'effets de disponibilité à court terme. Mais le système d'informations organisé sous l'ancien régime de contrôle international pour assurer la gestion des pêches ne permet pas de distinguer entre ces deux causes possibles. Avec le passage à la juridiction nationale et l'élimination partielle de compétition pour les ressources qui en résulte, on a besoin de méthodes plus précises; or quelques-unes seulement ont été promues avec succès. On a besoin aussi de meilleures prévisions de taux de captures pour élaborer les plans de pêche et calculer la production 'excédentaire' disponible pour la demande étrangère. Les prédictions dans le domaine des pêches ont toujours été un aspect important des programmes d'océanographie physique et biologique, mais la nouvelle organisation juridictionnelle constitue un bien meilleur cadre pour les études conjointes de recherche et de gestion qui sont nécessaires.

L. M. Dickie

Etudes écologiques de recrutement et de succès des classes d'âge

Structure et dynamique des populations de harengs du golfe méridional du St Laurent. On pensait qu'il y avait deux populations de hareng dans le

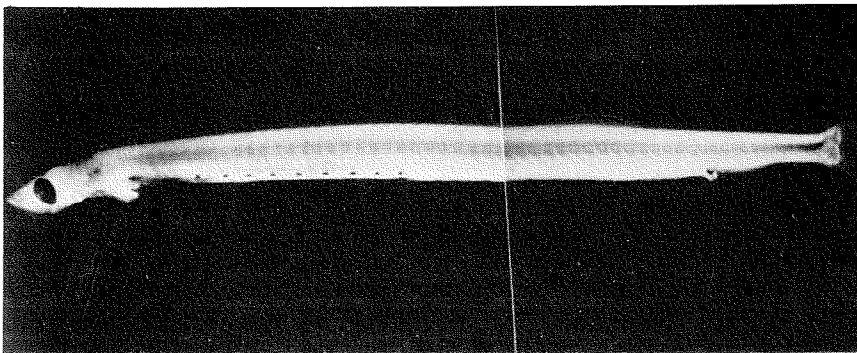
golfe St Laurent méridional, l'une qui frayait au printemps et l'autre qui frayait à l'automne. Des études récentes ont montré que chacune des deux populations est composée de deux groupes de frai distincts. On peut démontrer que chacun de ces groupes est subdivisé en deux ou plusieurs sous-groupes. Il semble donc maintenant qu'au lieu du concept précédent d'un seul niveau d'organisation des populations de hareng, il y ait au moins trois niveaux d'organisation. Ce travail a d'abord été basé sur des données anciennes de débarquement et de dates de frai et sur des mesures récentes de la répartition saisonnière par tailles des larves de harengs. Nous avons pu ensuite montrer qu'un groupe de larves nouvellement écloses apparaît peu après l'arrivée de chacun des quatre groupes parents.

Les données de répartition par longueurs confirment l'existence d'une telle structure des populations de harengs. Etant donné que les groupes de frai grandissent à des rythmes différents, la répartition par longueurs, calculée rétrospectivement à la taille à laquelle le premier anneau de croissance se forme sur les écailles, devrait faire apparaître quatre modes distincts. C'est en fait ce que nous avons constaté, et la correspondance entre la répartition attendue et la répartition observée était très proche. Ceci non seulement confirme que les harengs forment des groupes de frai distincts mais indique aussi que dans le golfe St Laurent méridional les harengs frayent en même temps que leurs parents et que quatre groupes distincts de population sont représentés.

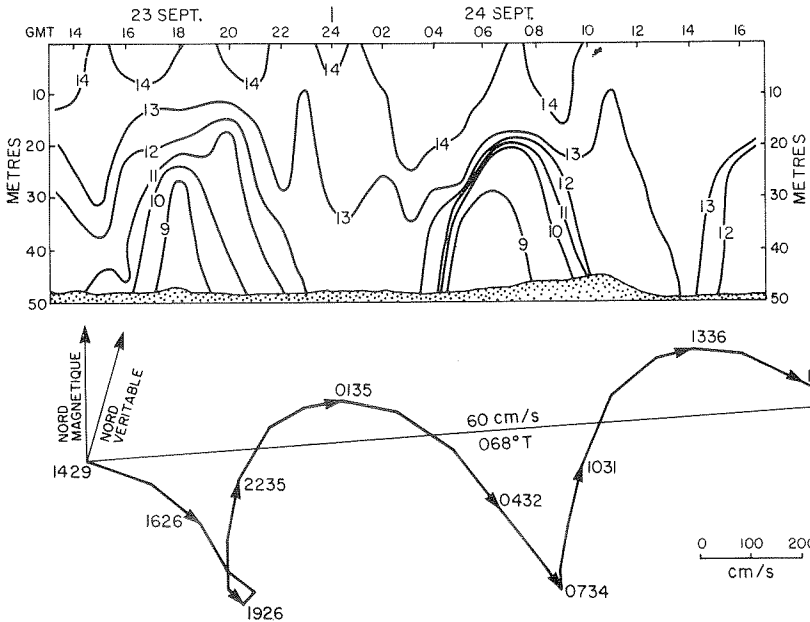
Nous avons constaté que l'abondance relative des groupes de frai avait varié au cours des dernières années et que cette variation était liée à des changements d'abondance du maquereau atlantique. Nos données font penser que l'intégrité des groupes de frai de harengs est probablement entretenue par un phénomène de sélection disruptive causé par une variation cyclique de l'abondance des maquereux. L'ensemble des faits que nous connaissons donne à penser qu'au lieu de la population de printemps et d'automne c'est peut-être le groupe de frai qui est l'unité logique de gestion de la pêche côtière au hareng.

D. M. Ware, B. L. Henricksen

Etude des larves de hareng du banc Georges. Les pratiques actuelles de gestion des harengs pourraient être très améliorées si l'on comprenait et si l'on



Photomontage d'une larve de hareng, âgée d'environ trois mois et mesurant 21 millimètres de long.



Variation semi-diurnale de température (schéma du haut) et tracé continu des vecteurs de courants à dix mètres de profondeur (schéma du bas), à une station à l'ancre sur le banc Georges, les 23-24 septembre 1977 (voir le texte). (IOB 5092)

savait prédire les facteurs biologiques et environnementaux qui sont à l'origine des bonnes et des mauvaises classes d'âge. La Commission internationale des pêches de l'Atlantique nord (ICNAF) a proposé de procéder à un programme d'expériences avec plusieurs bateaux à l'automne 1978. L'objectif principal est d'identifier et de suivre un groupe de larves de harengs et d'observer sa structure à intervalles rapprochés (heures ou jours). Le LEM s'est chargé des mesures nécessaires d'océanographie physique et c'est pourquoi un levé d'une semaine a été fait en septembre 1977 le long du bord septentrional du banc Georges pour acquérir des renseignements préliminaires sur la structure océanographique de cette région à l'automne.

Une station à l'ancre de 25 heures a été occupée dans une zone où des lits d'oeufs de harengs avaient été signalés précédemment. Un tracé des variations de la température en fonction du temps et de la profondeur a révélé une variation semi-diurnale de la structure de la température. La température du fond est passée de moins de 9°C à plus de 13°C au cours d'une période de 6 heures. Un tracé progressif de vecteurs de courant a montré qu'il y avait un composant de marée nord-sud qui advectait un front de profondeur en un mouvement de va-et-vient en travers de la station. Il y avait aussi un fort courant résiduel de 60 centimètres par seconde à la surface qui diminuait rapidement avec la profondeur. Il n'y avait pas de réduction du courant de marée avec la profondeur. Il semble que les lits d'oeufs de hareng soient soumis à de fortes fluctuations de température et que la variation verticale des courants résiduels joue peut-être un rôle plus important dans la dispersion latérale des larves que la marée.

Ecologie de la reproduction des maquereaux. Les données provenant d'un levé intensif de l'ichthyoplancton indiquent que la date moyenne de frai maximum du maquereau atlantique (*Scomber scombrus*) dans le sud du golfe St Laurent se situe le 1^{er} juillet \pm 1 semaine. Ceci coïncide avec la biomasse maxima du plancton d'été. Les oeufs de maquereau mesurent en moyenne 1,3 millimètre de diamètre au début de la saison de frai en juin, et diminuent progressivement pour atteindre 1,1 millimètre à la mi-août. Il y a une tendance correspondante de la taille moyenne des particules du plancton qui atteignent un longueur minima au milieu de l'été et une longueur maxima en hiver. Ce cycle de taille régulier est aussi important que le changement saisonnier de la biomasse du plancton dans la détermination de l'abondance d'organismes alimentaires appropriés pour les larves nouvellement écloses. C'est pourquoi la date du frai et la diminution de la taille des oeufs au cours de la saison de frai tendent à faire en sorte que la population parente produise des larves de la taille voulue au bon moment et que celles-ci trouvent une abondance d'organismes de taille voulue pour se nourrir.

D. M. Ware

Comportement des larves d'anchois lors de leur première alimentation.

Des expériences préliminaires sur le développement et le comportement alimentaire des larves d'anchois (*Engraulis ringens*) ont été menées à une station à terre au nord du Pérou au cours du projet CIDA (Agence canadienne pour le développement international) de novembre 1977. Nous examinons la signification des résultats de ces expériences en comparaison avec des études similaires mais beaucoup plus complètes de l'anchois occidental (*Engraulis mordax*), effectuées en Californie. Nous avons constaté que les larves péruviennes étaient en moyenne de 2,8 millimètres de long à l'éclosion et que le stade du sac de jaune durait 2,75 jours à la température ambiante de l'eau (18°C). Il y avait de grandes variations dans la quantité de jaune des larves prélevées en milieu naturel, dues probablement en partie aux variations normales de taille des oeufs; ce qui indique peut-être que les individus se sont développés dans des conditions de milieu différentes.

Les larves ont commencé à s'alimenter 1,35 jour après la disparition du jaune, leur taille moyenne étant alors de 4 millimètres. Parmi la variété d'espèces de planctontes qui s'offraient, elles choisissaient les nauplii copépodes et les copépodites, et trois genres de phytoplancton: *Actinocyclus*, *Gymnodinium*, et *Coscinodiscus*. Au stade de 4 à 6 millimètres, 68% du régime des larves (en volume) était constitué de zooplancton et 32% de phytoplancton, et pour ces deux types les particules de nourriture capturées étaient d'en moyenne 60 microns de diamètre.

D. M. Ware, T. C. Lambert, J. McRuer

Courants résiduels le long du sud-ouest de la Nouvelle Ecosse; leur effet possible sur le recrutement des homards. La Station biologique de St Andrews au Nouveau Brunswick étudie la production et l'abondance des larves de homard, et le LEM analyse les données d'océanographie physique fournies par les dériveurs récupérés dans la zone de cette recherche. Cette étude repose principalement sur les données existantes bien que cinq lancers de bouteilles dérivantes, de cartes dérivantes et de dériveurs de fond aient été effectués au cours des étés 1977 et 1978.

Le projet n'est pas terminé mais on dispose maintenant de suffisamment de renseignements pour montrer que la configuration des courants de surface

change de façon significative au cours de l'année. Pendant la plus grande partie de l'année il y a un simple écoulement vers l'ouest et le sud-ouest au-dessus de la partie occidentale du plateau Scotian, un écoulement du nord-ouest au-dessus de la partie est du banc Browns et un écoulement du nord dans la baie de Fundy. Mais, de juin à septembre, le tableau change: l'écoulement en direction du sud-ouest sur le plateau Scotian diminue et se déplace vers le large, et l'eau du banc Browns se déplace vers le cap Sable et le long de la côte de Nouvelle Ecosse. Généralement cet écoulement ne dépasse pas Shelburne mais certaines années il peut atteindre la baie Mahone (NE). Une partie de l'eau qui se dirige vers le cap Sable entre dans la baie de Fundy. Le temps de transit entre le banc Browns et le cap Sable est d'environ 30 à 40 jours. Si l'on suppose que les larves de homards éclosent sur le banc Browns et sur le plateau continental au sud est, il est très probable qu'elles sont transportées vers la littoral à partir de ces régions. Comme c'est le cas pour beaucoup de régions côtières, il y a des variations océanographiques considérables d'une année à l'autre.

R. W. Trites

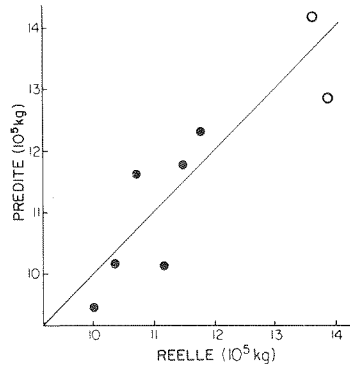
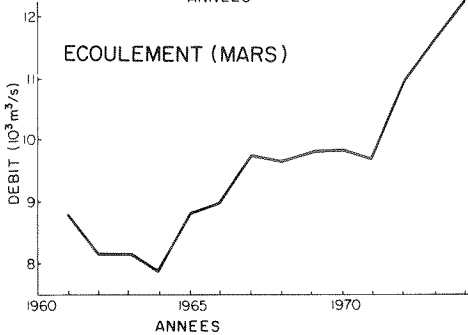
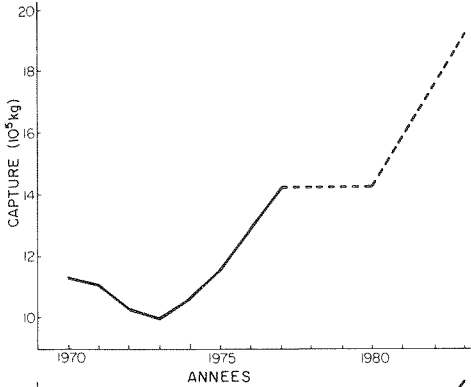
Etudes d'océanographie physique dans le détroit de Canso. Les débarquements de homards dans la baie de Chedabouctou ont diminué d'un ordre de grandeur depuis le milieu des années 1930. Le début de ce déclin coïncide comme date avec la construction de la digue de Canso et l'interruption de l'écoulement par le détroit de Canso. On estime, d'après des études faites durant la phase de construction de la digue, que le volume moyen de transport était de 7.000 mètres cube par seconde en direction du sud est et de la baie Chedabouctou; ce transport était dû à un niveau moyen plus élevé dans le golfe St Laurent que dans la baie Chedabouctou. On estime que l'élimination de ce transport par le détroit a réduit la production primaire de 15% dans la baie Chedabouctou par suite de la disparition des substances nutritives entraînées par l'écoulement estuarien. On pense que le taux de balayage et les caractéristiques de température et de salinité de l'eau n'ont pas changé dans la baie St Georges (au nord ouest de la digue); mais il se peut que la circulation moyenne ait été modifiée.

K. F. Drinkwater

Limites imposées par l'environnement à l'abondance des populations de poissons

Le rapport entre l'écoulement du St Laurent et les captures de poisson.

On procède depuis plusieurs années à des études sur les rapports entre la décharge du St Laurent et les captures de poisson dans le golfe St Laurent. On a découvert des corrélations positives entre l'écoulement du fleuve et les captures de poisson mais ces corrélations ne sont significatives que si les captures sont déclarées de plusieurs années par rapport aux données l'écoulement. Le décalage varie avec les espèces et correspond à l'âge moyen à la capture. Ceci donne à penser que l'écoulement a un effet sur la survie des larves et des juvéniles. L'importance économique de ces observations est que l'écoulement utile du fleuve se produit plusieurs années avant que les captures réagissent; il est donc peut-être possible de prévoir les captures de poisson pour cette région plusieurs années à l'avance, à condition que les rapports environnementaux ne changent pas. Plusieurs espèces sont à l'étude. L'image la plus claire a été obtenue pour les captures de homard du Québec; le décalage significatif dans ce cas entre captures et décharge est de neuf ans.



Graphiques montrant le rapport entre débit du fleuve et capture de homards (voir le texte). La courbe continue (en haut à gauche) représente la capture de homards (voir figure de droite) et la courbe discontinue représente la capture de homards anticipée (1978-1984). Les captures réelle et prédite pour la période 1969-1978 sont indiquées dans la figure de droite (voir le texte). Les cercles pleins représentent des données figurant dans le Rapport bisannuel précédent; les cercles ouverts contiennent les données de 1977/78. (IOB 5102-1)

Dans le Rapport bisannuel 1975/76 nous avons présenté des diagrammes montrant le rapport entre l'écoulement et les captures de homard pour les statistiques de captures de 1939 à 1968. La corrélation entre ces séries de données, avec un décalage de neuf ans, était très élevée. Des prédictions de captures ont alors été faites pour la période 1968-1974 (voir figure). La différence moyenne entre les captures prédites et les captures réelles était de cinq pour cent et le maximum était de moins de dix pour cent. Il faut toutefois noter que les données étaient nivelées par moyennes de trois ans afin d'étudier les tendances.

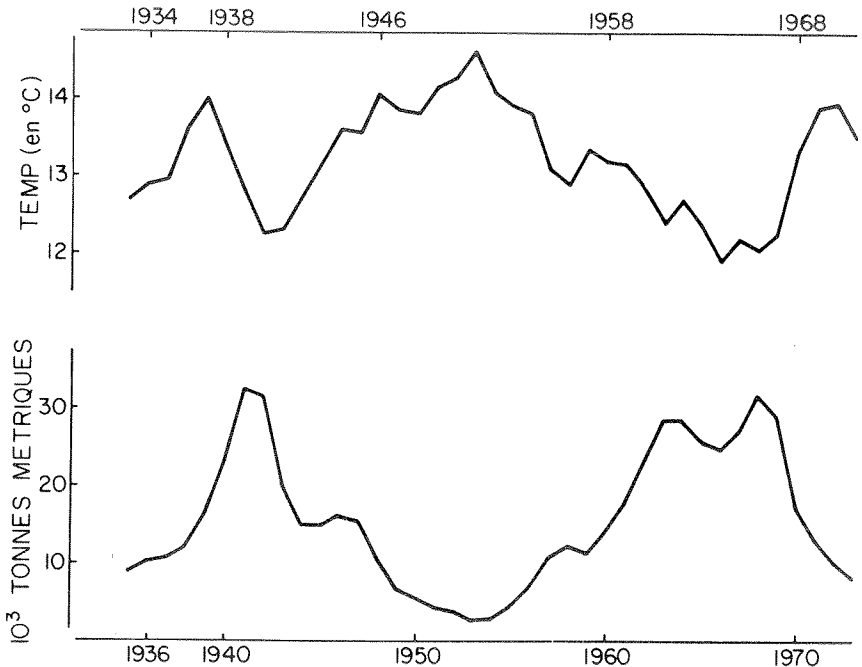
Nous avons maintenant des données pour deux années de plus (voir figure) et elles ne diffèrent pas de façon significative des résultats précédents. Nous estimons maintenant que nous avons suffisamment de renseignements, provenant d'une part de la base de données et d'autre part des prévisions de 1968 à 1976, pour utiliser les décharges du fleuve pour prévoir les captures de homard du Québec pour les années 1979 à 1984 (voir figure). Nous suggérons évidemment d'interpréter ces prévisions avec précaution. Tout d'abord il s'agit de projections (cest-à-dire qu'elles indiquent une tendance, non de prédictions, et elles ne valent que ce que valent les données sur lesquelles

elles reposent. Ensuite la décharge du fleuve ces dernières années a été anormalement élevée, ce qui fait que certaines des projections sont hors de l'éventail de la base de données, et nous n'avons pas de moyens de savoir si la corrélation tiendra à des niveaux aussi élevés. Mais si la corrélation à venir de la décharge du fleuve avec les captures de homard suit la tendance passée, et à condition qu'il n'y ait pas de nouveaux changements environnementaux ou sociaux, les captures de homard du Québec devraient augmenter de façon significative dans les quelques années qui viennent.

W. H. Sutcliffe, Jr.

Rapport entre les captures de poisson et la température dans le golfe du Maine. Une étude des températures de la mer côtière, faite à l'aide de l'analyse de corrélation, a montré que les effets de la décharge du St Laurent s'étendent à tout le golfe St Laurent, le long du plateau Scotian et dans le golfe du Maine. De même que les captures de poisson dans le golfe St Laurent sont en corrélation avec la décharge, les captures de 10 espèces sur 17 (80% des captures commerciales) dans le golfe du Maine sont en corrélation avec la température. On a tenté de faire des projections des captures dans le passé en prenant la première moitié l'une série de données de 40 ans et en prédisant la seconde moitié. Les corrélations s'amélioraient si l'on incluait l'effort de pêche; mais au moins 50% des fluctuations des captures étaient attribuables à l'influence du milieu. Les prédictions pour la deuxième moitié de la période de données étaient particulièrement bonnes pour la morue, l'églefin, le flet à queue jaune et le menhaden.

W. H. Sutcliffe, Jr



Rapport entre capture de poisson (limande ferrugineuse, sud de la Nouvelle-Angleterre) et températures d'été dans le golfe du Maine. (IOB 3681)

Décharge d'eau douce de la baie d'Hudson. Les études faites sur la décharge du St Laurent et son effet sur les pêches côtières ont amené les chercheurs à se demander si ce phénomène pourrait n'être pas spécial au St Laurent. Des travaux récents de la division d'Océanographie côtière (LOA) ont montré que de très grandes quantités d'eau douce sont déchargées à certaines saisons en provenance de la baie d'Hudson et ont une influence importante sur le courant du Labrador; ces effets s'étendent au moins aussi loin au sud que les Grands Bancs. Ceci a suscité un intérêt pour les effets des additions saisonnières de substances nutritives à la couche de surface au large du Labrador. Des études sont en cours au LEM en vue d'acquérir une certaine connaissance de la structure et du fonctionnement de ce système et d'évaluer les effets possibles sur la future production des pêches sur le plateau du Labrador.

W. H. Sutcliffe Jr, R. M. Loucks, K. F. Drinkwater

Modèle de population de poissons avec influence du milieu. Le rapport entre températures de l'océan, captures de poisson et effort de pêche a été étudié au moyen d'un modèle simple. On a examiné deux populations de poissons - le flet à queue jaune du sud de la Nouvelle-Angleterre et la morue de la sous-région 5 de la Commission internationale des pêches de l'Atlantique nord (golfe du Maine - banc Georges). On pense que les variations du climat océanique déclenchent des fluctuations correspondantes du recrutement des populations de poissons et de l'abondance et des captures ultérieures. On distingue deux voies entre l'abondance et les captures: (1) une influence directe lorsque les captures peuvent être directement proportionnelles à l'abondance, et (2) dans certains cas tout au moins les pêcheurs ont ajusté leur effort de pêche à l'accroissement ou à la diminution de l'abondance. Lorsque les pêcheurs réagissent à un changement d'abondance, c'est une combinaison de l'effort de pêche et des captures de poissons qui est en corrélation avec le climat océanique.

Le rôle des modifications du milieu dans le modèle de simulation s'est avéré significatif et quelquefois l'effet est très subtil. Dans la population de flet à queue jaune, qui dépend beaucoup du recrutement, l'effet du milieu sur les captures est direct. Dans la population de morues, les effets des variations de recrutement sont amortis par la présence d'un plus grand nombre de classes d'âge. Mais cette pêche est le fait d'une industrie de pêche perceptive et les conséquences sont similaires à celles d'un système naturel prédateur-proie. Ceci veut dire qu'en raison de l'effort adapté de l'industrie l'influence du milieu sur les captures est amplifiée mais l'influence de l'abondance de poisson sur les captures ultérieures est stabilisée.

W. H. Sutcliffe Jr, R. Loucks (Louck's Oceanology)

Transport d'eau sur le plateau Scotian. Notre démonstration des effets de la décharge du St Laurent sur les conditions océanographiques sur le plateau Scotian et dans le golfe du Maine, et sur les captures de poisson, a fait naître le besoin de nouvelles études océanographiques sur le plateau Scotian. En vue d'obtenir une meilleure estimation de l'écoulement le long du plateau ainsi que de sa répartition saisonnière, les transports géostrophiques mensuels le long de la côte ont été calculés à l'aide de données provenant d'une transecte standard effectuée au sud est d'Halifax. Des données avaient été récoltées environ une fois par mois depuis 1950. Le transport net le long de la côte au-dessus du plateau est de 350 mètres cube par seconde en direction du sud-ouest; il varie

de 6×10^5 mètres cubes par seconde en hiver à $1,5 \times 10^5$ mètres cubes en été. L'écoulement au-dessus du tiers côtier du plateau représente 75% du transport net calculé. La comparaison entre les transports géostrophiques mensuels à travers le détroit de Cabot et ceux de la transecte d'Halifax donnent à penser que ces derniers sont une extension de l'écoulement hors du golfe St Laurent, résultat que confirme l'analyse de la masse d'eau. Les transports géostrophiques de la transecte d'Halifax ont été utilisés par d'autres chercheurs comme apport dans deux modèles séparés de milieux définis, l'un du golfe du Maine et l'autre du plateau Scotian. L'allasing (énergie dans des bandes de fréquence inférieure à la fréquence d'échantillonnage) constitue un problème pour les données de la transecte d'Halifax, ce qui empêche de l'utiliser pour estimer la variabilité d'une année à l'autre.

K. F. Drinkwater, B. D. Petrie (LOA), W. H. Sutcliffe, Jr.

Fichier central des dériveurs. Depuis le début des années 1920 des bouteilles dérivantes ont été mises à l'eau de temps à autre au large des côtes atlantiques du Canada, pour étudier les courants de surface. Depuis le début des années 1960 des dériveurs de fond ont aussi été mis à l'eau en grands nombres. La plus grande partie des mises à l'eau a été effectuée par les autorités canadiennes, mais des quantités assez importantes ont aussi été autorisées à l'eau par les Etats-Unis. Les données étaient en général réparties entre plusieurs laboratoires et n'étaient qu'en partie mises sur ordinateur. Plus d'un quart de million de mises à l'eau ont été effectuées jusqu'ici pour la zone de plateau continental qui s'étend du cap Cod aux Grands Bancs, y compris le golfe St Laurent. La plus grande partie de celles-ci a maintenant été réunie dans un fichier central, avec les données de récupération, et sont désormais à la disposition des utilisateurs intéressés par l'intermédiaire du Service des données sur le milieu marin d'Ottawa.

R. W. Trites

Etudes d'enregistrements continus de plancton. Les données d'océanographie biologique échelonnées dans le temps ne sont généralement pas abondantes et ne remontent pas très loin dans le passé. Grâce à la générosité et à la coopération de chercheurs de l'Institut de recherche sur le milieu marin de Plymouth en Angleterre, nous avons accès aux données de levés d'enregistrement continu du plancton en provenance des eaux de l'Est canadien. Ces levés étaient effectués le long de trois itinéraires de navigation commerciaux, pour la plus grande partie au-dessus du plateau continental, et ils couvrent une période de dix ans. Les échantillons ont été prélevés sur ces itinéraires au moins une fois par mois et les données incluent la plupart des zooplanctones qu'on recueille au filet et les plus grosses espèces de phytoplanctones; les prélèvements étaient effectués à intervalles de 16 kilomètres le long de chaque itinéraire. Ces données, fournies sur bandes magnétiques, ont été transférées sur disques et on peut maintenant les consulter à l'aide de programmes d'ordinateur spécialement conçus à cet effet. Ces données ont permis d'entreprendre plusieurs projets sur l'énergie saisonnière du plancton: le premier concerne le calendrier du plancton par rapport à l'important upwelling côtier qui se produit chaque automne au large du sud-ouest de la Nouvelle Ecosse.

W. H. Sutcliffe Jr, R. O. Fournier (Université Dalhousie)

Etudes écologiques des pêches côtières - Baie St Georges, Nouvelle Ecosse.

Des études ont été entreprises il y a quelques années par la division d'océanographie des pêches dans la baie St Georges. Il ne s'agissait au début que d'une programme assez restreint concernant principalement le cycle de vie et l'écologie des larves des poissons et l'effet qu'ont sur elles les phénomènes d'océanographie physique. Il y a trois ans le programme a été considérablement élargi et a commencé à prendre la forme d'une étude de l'écosystème dont le but général est de mieux connaître la structure et le potentiel de production des pêches côtières. Une grande partie du travail est passée en revue dans d'autres parties de ce Rapport; le programme inclut des travaux réalisés par les divisions de la qualité de l'environnement et d'océanographie biologique du LEM ainsi que par l'Institut d'Océanographie de l'Université Dalhousie. Au cours de 1978 deux étudiants de l'Université Dalhousie ont travaillé dans la baie sur des problèmes concernant le capelan et les poissons plats. En 1979 il est prévu d'encourager des travaux qui seront entrepris par le personnel et les étudiants de l'Université Saint François Xavier à Antigonish (Nouvelle Ecosse).

La décision d'élargir nos études écologiques a été due en grande partie aux résultats des études préliminaires d'océanographie physique. Les premières études avaient révélé la présence d'une giration dans le sens des aiguilles d'une montre dans la baie. Ceci indiquait que, l'été au moins, la baie formait un système partiellement fermé. Des séries d'observations échelonnées dans le temps pourraient donc être faites en sachant que l'on échantillonnerait les mêmes populations, tout au moins de petits organismes. Le mécanisme de génération de cette giration a été étudié au moyen d'un modèle numérique barotrophique. Ce modèle était mu par un courant externe le long de la côte traversant l'embouchure de la baie en direction de l'est. Les récupérations de bouteilles dérivantes et les mesures de courants qui ont été faites par nous-mêmes et par d'autres ont suggéré l'existence d'un tel écoulement vers l'est devant la baie. Le modèle a pu produire une giration dans le sens des aiguilles d'une montre dont les vitesses de courant concordaient bien avec les observations faites. La génération, la taille et l'intensité de la giration dépendaient du faible niveau de friction sur le fond par rapport à la friction horizontale; ce que vérifie le fait qu'en été la baie est fortement stratifiée; et ceci se reflète dans le composant baroclinique de la structure de vélocité. La giration dans le sens des aiguilles d'une montre est de moindre grandeur dans les 20 mètres supérieurs. Près du fond (30 mètres) il y a un écoulement constant vers l'extérieur. Des recherches sur un système à deux couches sont maintenant en cours. Ceci expliquera l'écoulement vers l'extérieur près du fond et déterminera si le modèle numérique barotrophique contenait tous les éléments physiques nécessaires.

En association avec la giration dans le sens des aiguilles d'une montre, il y a une lentille d'eau chaude au milieu de la baie, qui est entourée d'eau plus fraîche. Cette structure de température peut être modifiée par un transport d'eau engendré par le vent et par des fluctuations d'intensité de la giration. Le rapport entre la chlorophylle-a et les champs de température sont étudiés à l'aide d'une chaîne de thermistors remorquée et de pompes submersibles. On a procédé en 1978 à une collecte de données limitée; un programme élargi est prévu pour 1979.

Nous essayons de quantifier les rapports entre production primaire et secondaire et croissance des larves de poisson. La sédimentation passive de matière organique de la surface vers le fond est étudiée en conjonction avec le transfert actif (par le zooplancton) de matière organique des couches d'eau inférieures vers la surface. La structure océanographique est comparée à la répartition des particules, à la biomasse de phytoplancton et de zooplancton et à la répartition des larves de poisson et de homard. Des études de la répartition des poissons démersaux et de leur rapport avec la nature du fond ont été mises en route.

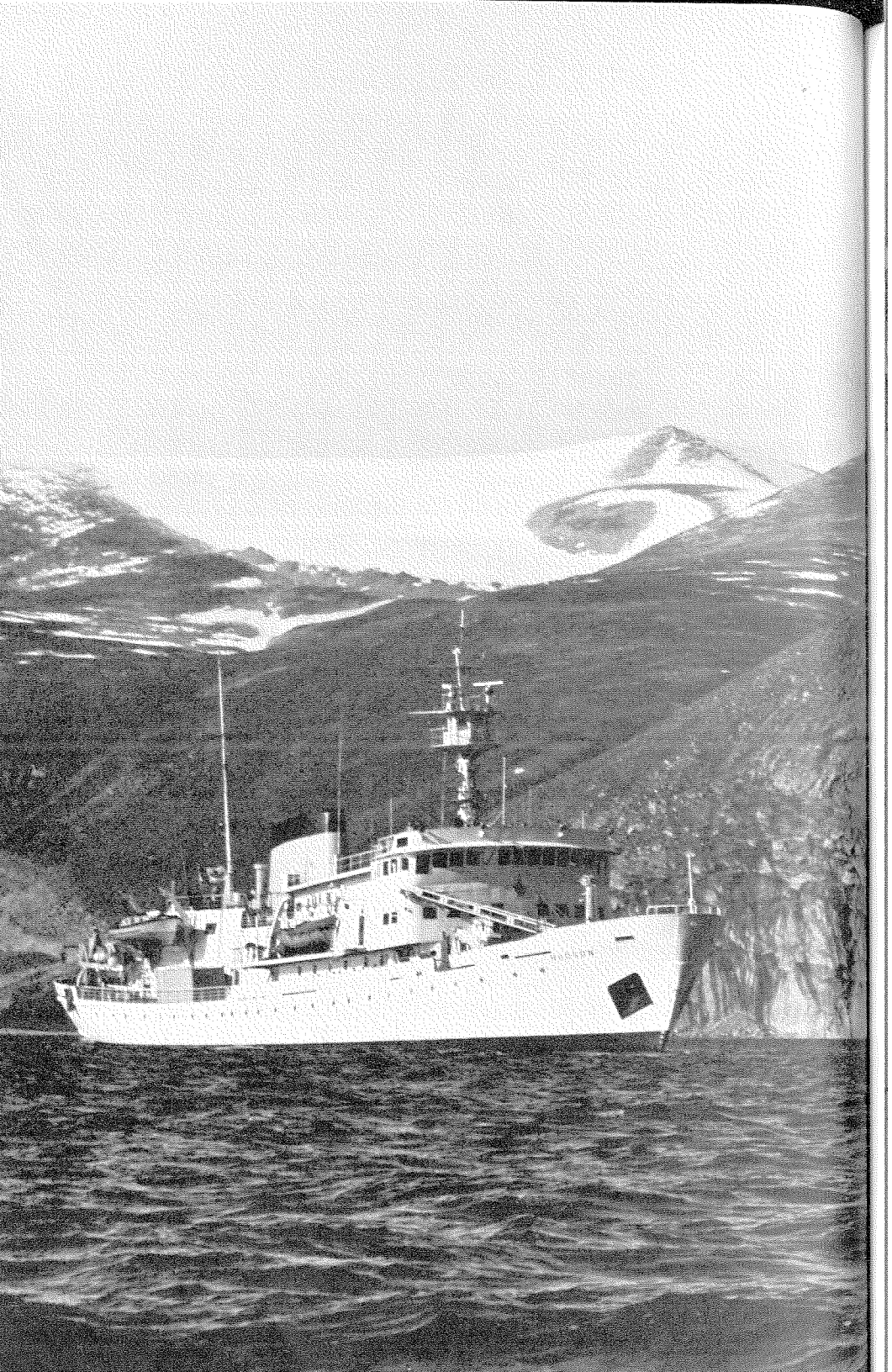
K. F. Drinkwater, G. C. H. Harding, B. T. Hargrave, W. P. Vass, T. C. Lambert, J. McRuer, S. Pearre (Université Dalhousie), N. J. Prouse, R. W. Sheldon, R. W. Trites, D. M. Ware, W. G. Harrison, B. D. Petrie (LOA)

A.3

Ressources de l'Institut
Sciences océaniques et aquatiques, Atlantique
Ministère des pêches et de l'environnement

Directeur — R.L.G. Gilbert

- Division des navires
- Services de génie
- Service d'informatique
- Bibliothèque
- Service des publications

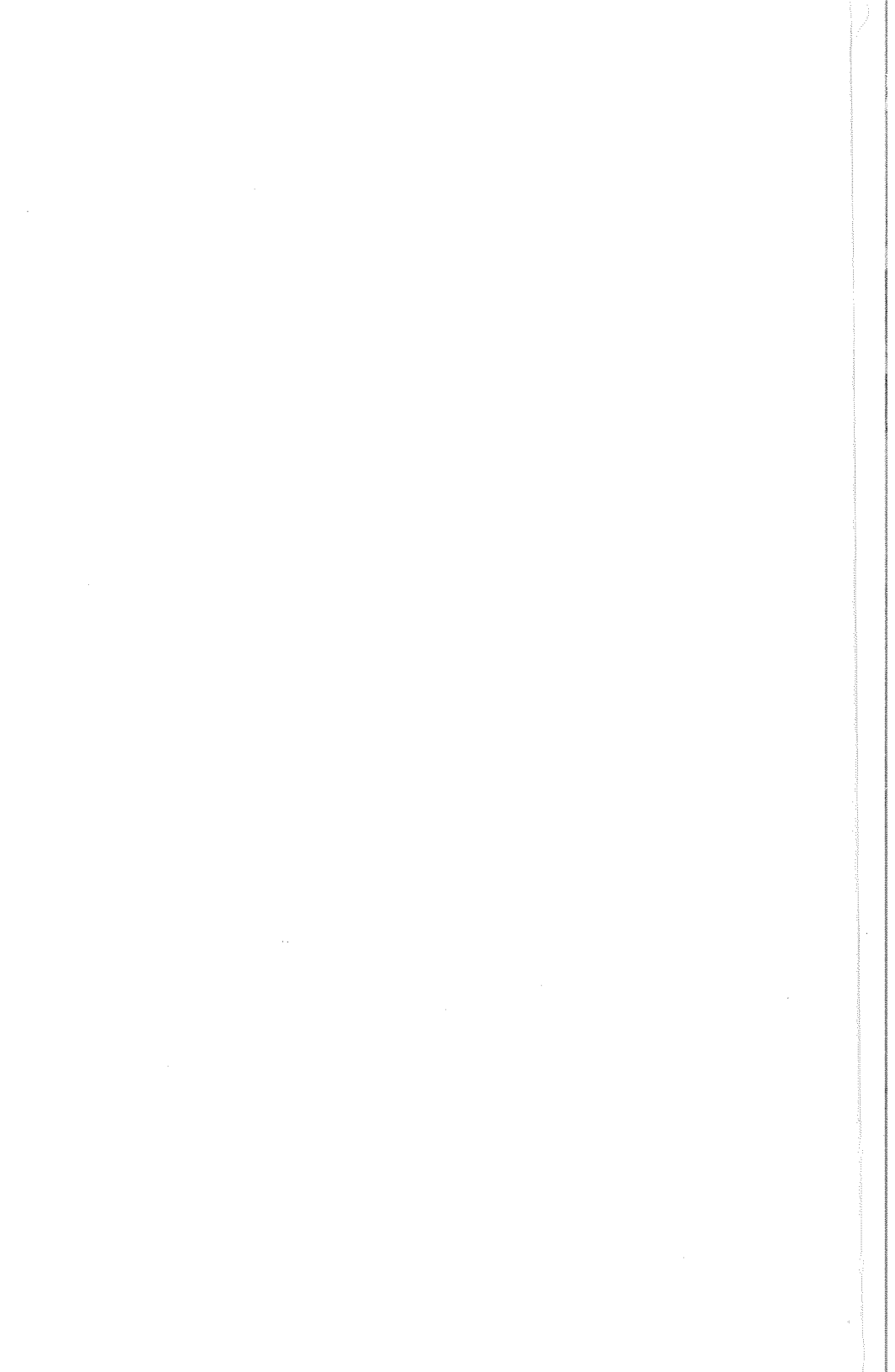


Notes du directeur

Les deux années passées en revue dans ce rapport ont été marquées par une politique de restriction des dépenses du gouvernement canadien, qui n'a pas été sans répercussions sur notre travail. Les conséquences immédiates des réductions de crédits et de personnel se sont faites sentir dans tout l'Institut: le temps de mer a été réduit et le soutien apporté aux chercheurs et aux hydrographes a diminué alors que la demande a augmenté. Ceci a obligé les membres du personnel de recherche et de relevé à transformer leurs méthodes de travail. L'examen des programmes des navires (voir Section F) révèle que désormais bon nombre d'expéditions scientifiques des navires de l'IOB servent plus d'un projet de recherche. Il est d'ailleurs intéressant de noter que les avantages de l'interaction, résultant de la coopération et du contact étroits entre chercheurs de différentes disciplines, l'emportent sans doute sur les inconvénients du temps réduit dont dispose chaque chercheur pour récolter des données. Les mesures de restriction du gouvernement ont aussi suscité une controverse à l'Institut. Le Conseil du Trésor a particulièrement insisté ces dernières années pour que le coût indirect total de chaque projet et les frais administratifs qu'il entraîne soient définis avec précision, de préférence en mettant au compte de l'utilisateur tous les services qui lui sont fournis. La direction de l'IOB voit mal l'avantage qu'il y a à mettre directement au compte de chaque utilisateur des frais tels que le temps de navire, les plans d'ingénierie, le dessin, l'édition ou l'assistance d'électroniciens. On affirme souvent que la mise au compte directe réduit le gaspillage, mais il est difficile de produire des faits concrets à l'appui de cet argument. La direction de l'IOB estime néanmoins que de faire savoir à tous quel est le véritable coût des services qu'ils reçoivent est une manière efficace de réduire le gaspillage. Aussi bien les membres du personnel qui assurent ces services que ceux qui les demandent essaieront de minimiser les frais et de maximiser les résultats. C'est pourquoi nous avons institué un système d'évaluation des coûts permettant d'attribuer le coût total de leurs activités aux divers utilisateurs. Ce système est relativement simple mais aussi raisonnablement exact. Il ne demande pas le personnel nombreux qu'exigerait un système précis de comptabilité, et il sert d'outil de gestion plutôt que de système financier du type nécessaire à un véritable recouvrement des dépenses. Le Groupe de travail ministériel spécialement chargé de faire des recommandations sur le recouvrement interministériel des dépenses a jugé cette méthode appropriée. Son rapport s'est prononcé contre un recouvrement des dépenses mais a souligné que l'évaluation des coûts était souhaitable, et il a proposé notre système en exemple au reste du Ministère.

L'austérité va, semble-t-il, rester la politique du gouvernement. C'est pourquoi un des principaux buts de tous nos services dans les années à venir sera d'augmenter les services rendus tout en maintenant ou en réduisant le coût de ces services.

R. L. G. Gilbert
Directeur
Ressources de l'Institut



Rapports de la division des Ressources de l'Institut

Qu'est-ce que les Ressources de l'Institut?

Les Ressources de l'Institut sont le principal organisme de service de l'Institut. C'est un réservoir central de ressources et de compétence techniques dont se servent tous les groupes et qui soutient leur travail de recherche ou de relevé, répare et améliore les bâtiments et les bureaux, édite et publie les rapports, et fait encore bien d'autres choses. Les Ressources de l'Institut comprennent cinq grandes divisions dont le rôle et les services sont décrits brièvement ci-après.

Division des navires. Dans les limites de crédits et de personnel qui lui sont fixées, cette division, la plus importante au sein des R.I., assure le fonctionnement de la flotte des navires de l'IOB, affrète des navires, des vedettes et des petites embarcations de manière à satisfaire dans toute la mesure du possible aux besoins des utilisateurs de l'IOB et de l'extérieur. La division se compose de la flotte, dont les caractéristiques essentielles figurent dans le tableau statistique ci-dessous, et d'une section administrative basée à terre qui est chargée de faire fonctionner la flotte de manière économique et efficace. Le soutien aux utilisateurs à bord des navires inclut l'entretien régulier d'appareils tels que les compresseurs d'air et le maniement des appareils scientifiques 'par-dessus bord'. Le personnel de la division en outre fournit, entretient et fait marcher les vedettes, petites embarcations et autres engins similaires qui sont utilisés soit séparément par des groupes basés à terre pour des opérations sur le terrain, soit à partir des navires eux-mêmes. La division des navires est chargée du contrôle général des installations de mouillage des navires et des zones adjacentes, ainsi que du fonctionnement des ateliers de réparation des vedettes et des moteurs.

Statistiques de la flotte de recherche et de relevé de l'IOB

Navire	Année de construction	Longueur totale (mètres)	Tonnage (tonnes)	Personnel	
				d'équipage scientifique	
CSS <i>Baffin</i>	1956	87.0	4963	64	30
CSS <i>Dawson</i>	1967	64.5	2007	31	13
CSS <i>Hudson</i>	1963	90.4	4870	62	25
CSS <i>Maxwell</i>	1961	35.0	279	14	7
MV <i>Martin Karlsen</i>	1952	64.9	2428	18	15
MV <i>Meta</i>	1954	44.6	545	9	8
MV <i>Navicula</i>	1968	19.8	104	3	—
MV <i>Sigma-T</i>	1963	14.6	42	2	—

Note: Le *Martin Karlsen* et le *Méta* sont affrétés pour quatre et six mois respectivement. Le *Navicula* et le *Sigma-T* ne font que du travail journalier.



Le CSS Hudson est un navire à propulsion diesel-électrique conçu pour la recherche océanographique et le travail de levé hydrographique. (IOB 4926-C-7)



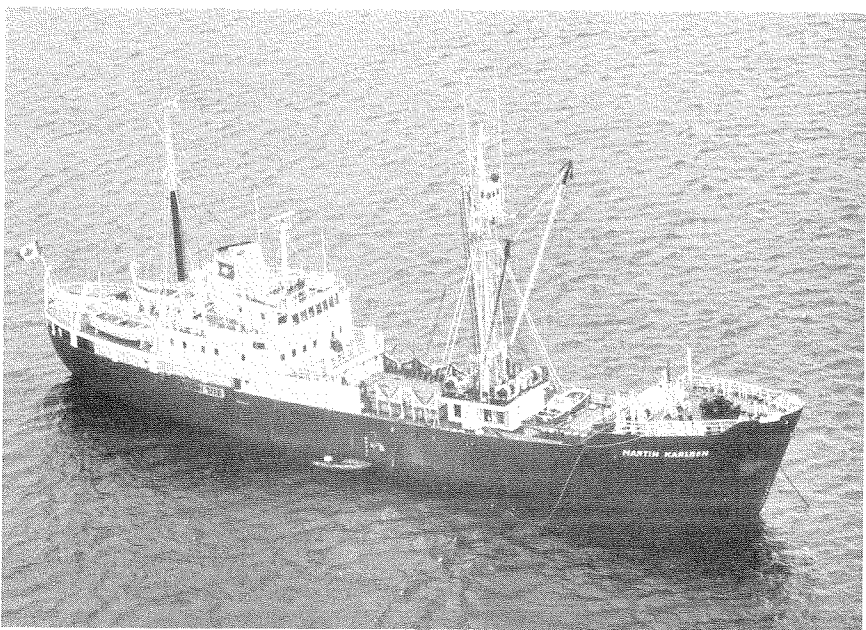
Le CSS Dawson est un navire à propulsion diesel conçu et employé pour le travail océanographique en haute mer aussi bien que dans les eaux côtières. (IOB 3394-6)



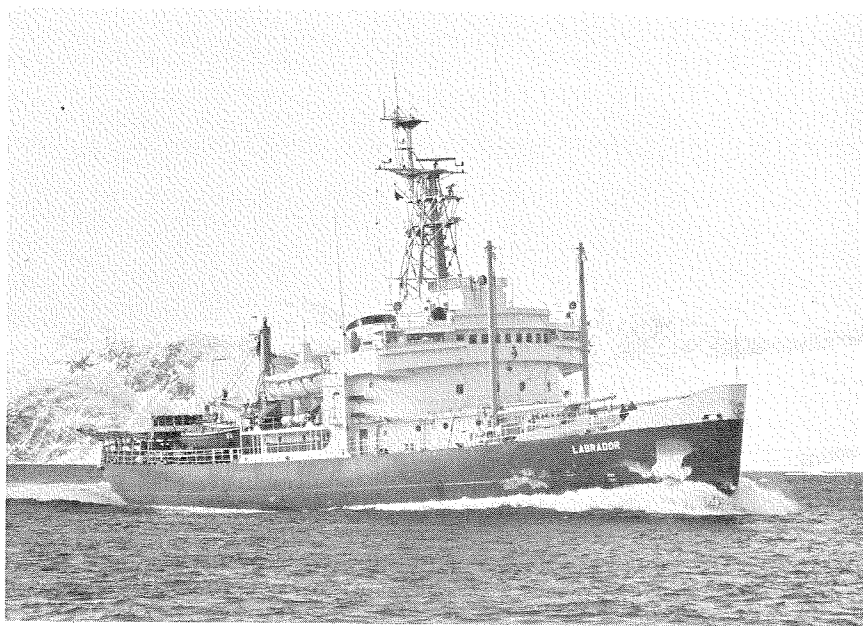
Le CSS Baffin est un navire à propulsion diesel conçu principalement pour le travail de levé hydrographique dans les eaux arctiques. (IOB 2874-29)



Le CSS Maxwell est un navire à propulsion diesel conçu pour le travail hydrographique dans les eaux côtières. (IOB 2637-2)

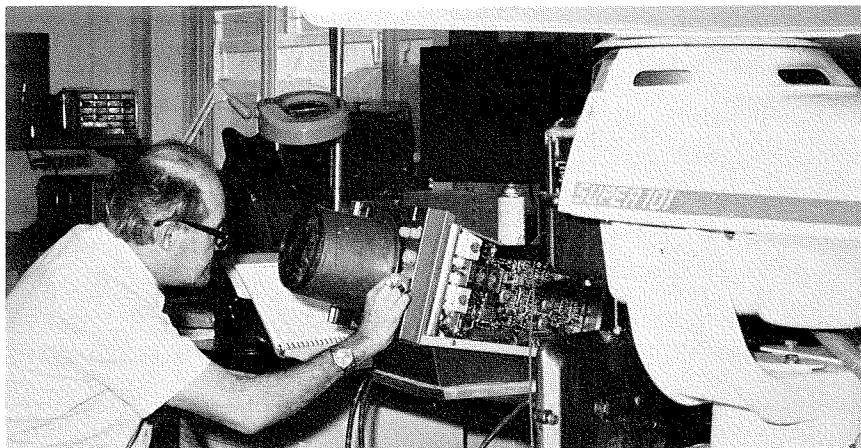


Le MV Martin Karlsen est un navire affrété, utilisé principalement pour les levés hydrographiques-géophysiques. (IOB 4994-4)

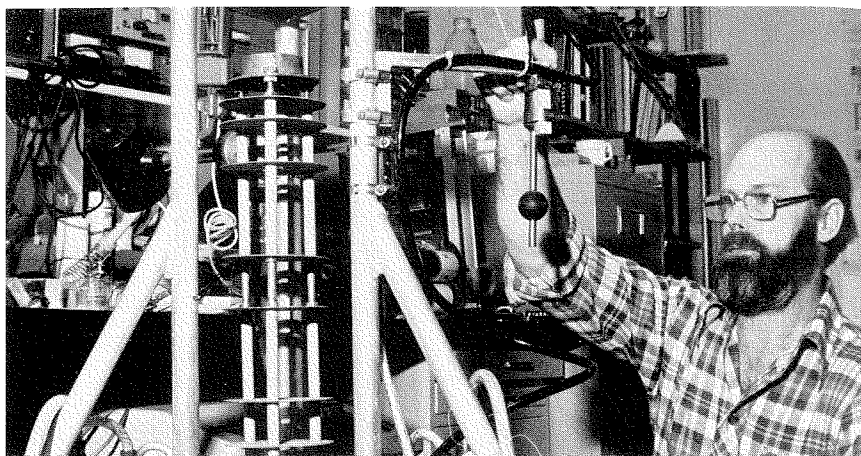


Le brise-glaces CCGS Labrador, qui appartient au Ministère des Transports, est un navire à propulsion diesel-électrique utilisé de temps à autre pour le travail hydrographique dans l'Arctique oriental. (IOB 2711-A-6)

Services d'ingénierie. Cette division fournit aux chercheurs et aux hydrographes des services d'ingénierie électronique, d'ingénierie mécanique, et d'entretien des bâtiments. Le principal rôle de la section d'électronique marine est de fournir une assistance technique pour les appareils électroniques pendant les expéditions. Au cours des dernières années le personnel de cette section s'est occupé des systèmes électroniques des navires, des systèmes de relevé hydrographique et de certains appareils scientifiques qui sont utilisés par plus d'une division (par exemple les enregistreurs de précision des sondeurs à écho, les ordinateurs d'usage général et les ordinateurs spécialisés installés à bord des navires). Pour bien se familiariser avec tous les types d'appareils, les techniciens suivent des programmes de formation réciproque - par exemple, les techniciens de sonar apprennent à entretenir les ordinateurs, les telluromètres, les systèmes de radionavigation Hi-fix, etc. Ces techniciens sont tour à tour instructeurs dans leur propre spécialité et étudiants dans d'autres spécialités; le programme d'enseignement est centré sur la révision annuelle détaillée de certains appareils qui font partie de l'équipement scientifique des navires. D'autres fonctions importantes de la division sont l'installation des appareils à bord des navires avant chaque expédition, la rédaction des stipulations des contrats commerciaux de réparation et de révision des appareils électroniques, et l'administration (y compris le contrôle de qualité) des contrats commerciaux du Ministère des Pêches et de l'Environnement concernant des appareils électroniques - ceci et pour les Sciences océaniques et aquatiques et pour la Gestion des pêches. Les fonctions ci-dessus occupent environ 80% de l'année de travail; le reste du temps est consacré à l'entretien, aux révisions et aux réparations du matériel électronique de l'Institut. Préférence est donnée au matériel qu'il est difficile de faire entretenir par contrat commercial soit en raison du manque de temps soit à cause de sa complexité technique.



La section d'électronique marine des Services d'ingénierie installe des systèmes électroniques à bord des navires de l'Institut et les entretient pendant les expéditions. Le personnel de cette section répare et étalonne la plus grande partie du matériel électronique de l'IOB, y compris les systèmes de navigation Satnav et Loran-C, les systèmes de sondage par écho, environ 1200 pièces de matériel d'essai, de nombreux miniordinateurs et le matériel qui les accompagne, et le matériel à microondes tel que les radars, transpondeurs, etc. Ils conçoivent et entretiennent aussi divers interfaces et systèmes d'accouplement pour les ordinateurs, afin de faire communiquer les appareils et les systèmes d'acquisition des données. Ci-dessus un technicien vérifie le radar d'une vedette. (IOB 5186-5)

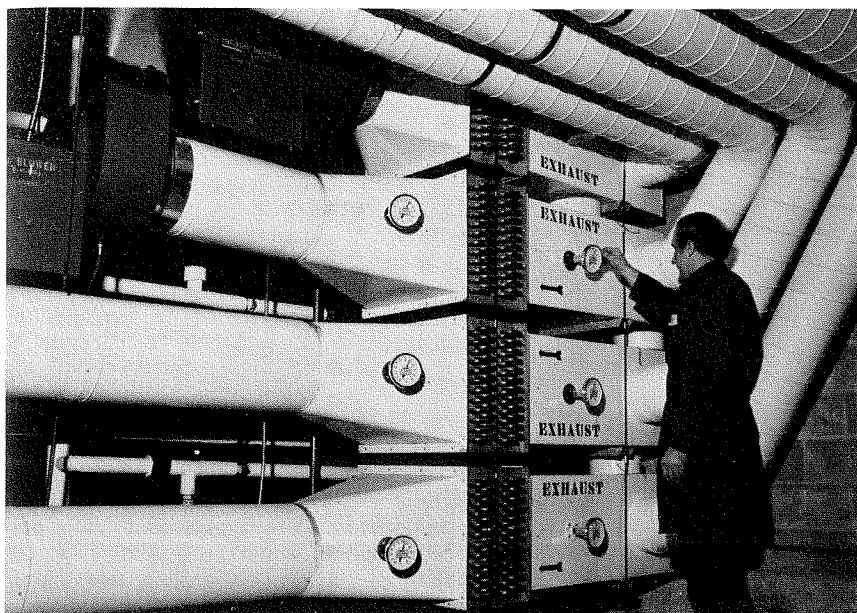


Le groupe des systèmes d'ingénierie met au point le nouveau matériel mécanique, électro-mécanique et électronique qu'utilise le personnel de recherche et de relevé. Ci-dessus le fonctionnement d'un ensemble d'appareils amarré est vérifié avant sa mise en place (voir texte). (IOB 5185-1)

Les ateliers mécaniques sont chargés de l'installation à bord des appareils électro-mécaniques requis pour chaque expédition, de la révision et de la réparation du matériel mécanique spécialisé et de la construction de certains composants mécaniques pour le programme de recherche et de relevé. Dans tous les cas le travail n'est effectué à l'Institut que si c'est nettement rentable, ce qui veut dire généralement qu'il s'agit de matériel spécialisé, existant en un seul exemplaire, et que les dessins ou les spécifications requis rendraient très coûteuse l'exécution du travail par contrat à l'extérieur. La politique de l'Institut veut qu'autant de travail que possible soit exécuté par contrat commercial, et ceci s'applique particulièrement à tout ce qui est répétitif.

La section des Systèmes d'ingénierie est chargée d'aider le personnel hydrographique et scientifique de l'Institut dans le domaine des plans et de la mise au point de matériel et d'appareils. Il s'agit de concevoir des appareils qui répondent aux besoins spécifiques décrits par le chercheur afin de pouvoir mieux parvenir aux résultats qu'il recherche. Cette section dispose de la compétence nécessaire dans le domaine de l'ingénierie pour préparer des plans et pour ensuite soit rédiger les stipulations du contrat et administrer celui-ci (si le projet est réalisé par contrat) soit gérer le projet à l'Institut (lorsqu'il n'est pas rentable de la faire faire par contrat). Dans certains cas il s'agit simplement de plans, dans d'autres d'un projet continu de mise au point. La majorité des projets sont réalisés dans un délai de quelques semaines ou quelques mois. Une des principales fonctions de ce groupe est de servir de conseiller en matière d'ingénierie auprès du personnel de l'Institut.

Les Services d'ingénierie sont chargés de veiller au bon état des bâtiments et des terrains de l'Institut. Ceci inclut l'entretien ordinaire et les réparations d'urgence des systèmes de chauffage, sanitaire et électrique ainsi que l'entretien général des bâtiments. Une grande partie du travail est confiée à des entrepreneurs mais une partie revient au personnel de la maison. Lorsque leurs autres fonctions le leur permettent nos gens de métier entreprennent, soit par contrat soit directement, d'améliorer ou de modifier certains éléments des bâtiments pour répondre aux besoins des chercheurs.



Les membres du personnel des Services d'ingénierie chargés des bâtiments et terrains s'occupent de l'entretien ordinaire des bâtiments et du système de chauffage, ainsi que des modifications et additions. Au cours des deux dernières années les cadres de ce groupe ont servi d'inspecteurs pour la construction des nouveaux bâtiments de l'Institut (voir aussi Section F). Ci-dessus un spécialiste vérifie que le système de récupération de chaleur fonctionne bien. (IOB 5203-5)



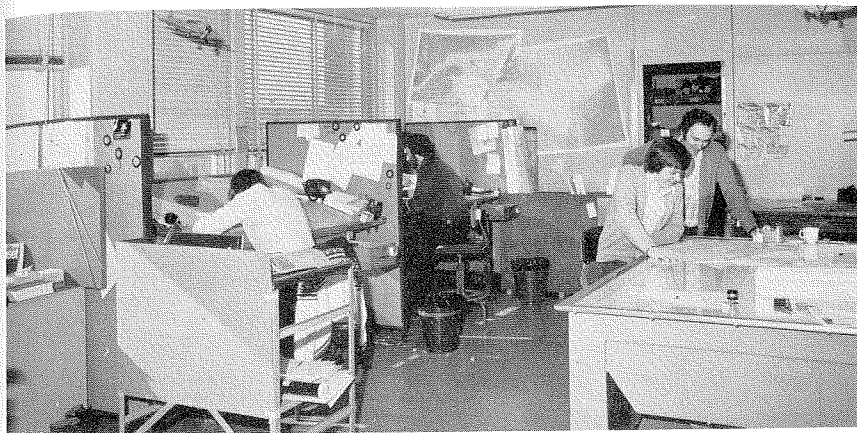
Le personnel des ateliers du Dépôt (division des Services d'ingénierie) construit les prototypes d'appareils mécaniques et électro-mécaniques conçus à l'IOB. Des soudeurs, des machinistes, des menuisiers et des électriciens aident à entretenir les vedettes et assurent une bonne partie de l'entretien du matériel mécanique lourd utilisé pendant les expéditions.

Services d'informatique. Ce groupe assure deux services principaux: il est chargé du grand ordinateur de l'Institut, et de la coordination des miniordinateurs à usage général employés en mer. Le grand ordinateur se compose d'un ordinateur d'échelle moyenne et de toute une série d'éléments d'entrée-sortie, y compris des moyens de traçage précis, de conversion analogue-numérique, de conversion des bandes magnétiques de sept à neuf pistes, etc. Le personnel des services d'informatique assure le fonctionnement continu de l'ordinateur principal grâce à un système de deux équipes travaillant par roulement; il assure aussi un service limité de perforation (et fournit des perforatrices aux utilisateurs qui préfèrent le faire eux-mêmes), entretiennent une collection de bandes magnétiques, et aident les utilisateurs en leur donnant des renseignements et des conseils sur l'application des techniques d'informatique, l'utilisation de langages courants de programmation, etc. Ce groupe est aussi chargé de la liaison avec les services d'informatique de l'extérieur, ce qui inclut d'organiser l'accès à des ordinateurs situés ailleurs et de préparer et d'administrer des contrats pour les services externes d'EDP (traitement électronique des données). Le personnel prépare aussi les statistiques requises par le Conseil du Trésor pour l'IOB, ainsi que le rapport et le plan annuels d'EDP ce qui inclut tous les emplois d'EDP et toutes les demandes d'acquisitions, de services, de personnel, etc., concernant l'EDP, par tous les organismes des Sciences océaniques et aquatiques, Atlantique. La coordination des miniordinateurs embarqués inclut l'élaboration des plans d'utilisation du matériel et la production des programmes requis pour les différentes expéditions. Ce groupe assure aussi le fonctionnement des systèmes basés à terre qui servent à la mise au point de programmes, et organise leurs plans de travail. Des cours de formation sur le fonctionnement des miniordinateurs sont organisés selon les besoins. Les services d'informatique ne fournissent généralement un service de préparation de programmes que lorsqu'il s'agit de programmes qui seront d'usage général à l'IOB, et que les ressources le permettent.

Services de bibliothèque. Le but principal de la bibliothèque de l'IOB est d'avoir une collection complète des livres et des périodiques pertinents pour les programmes de recherche et de relevé menés par l'Institut. Elle procure en outre certains services aux lecteurs tels que l'aide du bibliothécaire de service, l'organisation de prêts interbibliothèques et des recherches de renseignements par des méthodes d'informatique.

Il y a quelques années la collection de base était incomplète; le catalogage n'était pas toujours cohérent et on s'attachait surtout à assurer un service aux lecteurs en faisant appel à la documentation contenue dans d'autres bibliothèques. Les additions au fond de la bibliothèque ont été accompagnées d'une amélioration du catalogue. Il est prévu de porter le fond en quelques années au niveau d'une collection nationale de documentation océanographique. On s'efforce d'acquérir une collection de base des ouvrages répondant aux besoins de tous ceux qui travaillent à l'IOB, chercheurs et personnel de soutien.

Nous avons la chance d'être situés dans une région où il y a plusieurs bonnes bibliothèques scientifiques. La bibliothèque de l'IOB travaille en coopération étroite avec les bibliothèques de la région et peut organiser au besoin un accès direct à ces collections pour les utilisateurs de l'IOB.



L'unité de dessin et d'illustration prépare les cartes, les graphiques, les croquis et les diapositives qu'utilisent les chercheurs de l'Institut dans leurs publications et comme auxiliaires visuels. (IOB 5179-1)

Services de publication. Les principaux produits d'un centre de recherche comme l'IOB sont ses publications et les conseils qu'il donne au gouvernement, à l'industrie privée, à la communauté scientifique et au public. Ce groupe a été formé en 1976 pour faciliter et améliorer les activités de l'IOB dans le domaine des publications. Il est composé des services d'information scientifique qui étaient auparavant affiliés à la bibliothèque, et des services centraux de dessin et de photographie de l'Institut. Les fonctions de ce nouveau groupe sont d'aider les chercheurs de l'IOB à préparer des rapports scientifiques clairs, concis et pertinents, ainsi que des photographies et des illustrations, et de mettre au point les systèmes et les techniques de photographie requis par les études sur le terrain et en laboratoire. Ses principales tâches sont d'assurer un service d'édition et de révision pour les auteurs qui veulent s'en servir; d'organiser, de produire et/ou de surveiller la production et la distribution des rapports et des documents publiés par l'Institut; de préparer des données scientifiques telles que cartes, dessins, photographies et diapositives en vue de leur analyse, de leur publication, de leur projection ou de leur exposition; d'assurer un service de photographie sous-marine, aérienne et autre à l'appui de la recherche, au cours des expéditions; d'avoir un service photomécanique utilisant un appareil photo de reproduction et un grand châssis à vide de tirage par contact pour la préparation des cartes hydrographiques; et d'assurer toute une série d'autres services ordinaires de publication et de photographie.

Les contrats à l'extérieur sont utilisés aussi souvent que possible afin d'être plus à même de faire face aux périodes de pointe et de réduire le poids des tâches de routine. Une partie de notre budget par exemple est consacrée à faire exécuter des travaux de dessin par des entreprises locales, et la section de dessin administre ces contrats et vérifie que la qualité et les délais sont respectés. L'impression et la distribution des rapports se font par contrat, de même qu'une bonne partie du travail routinier de production en chambre noire, tel que la reproduction des diapositives, le développement des photos en couleur, etc.

Faits saillants de la période 1977-78

En dépit des économies et des restrictions budgétaires auxquelles nous avons tous dû faire face, les deux années qui viennent de s'écouler ont été productives, comme l'indique la sélection d'activités décrites ci-après (une partie des activités de la division des navires est résumée à la section F, intitulée 'Principales Expéditions de 1977-78').

Nouvelles réalisations d'ingénierie. Le groupe des Systèmes d'ingénierie de la division des Services d'ingénierie a participé au développement de plusieurs systèmes nouveaux: (1) le BIONAV, son entreprise la plus ambitieuse est un projet mené conjointement avec la section de Navigation de la division d'Hydrographie du LOA. Le groupe a construit un élément basé sur un microprocesseur qui peut recevoir et traiter des données provenant de divers appareils placés à bord qui détectent le nombre de révolutions de l'hélice par minute, l'angle du gouvernail, le cap du navire, etc. Les données indiquent à l'ordinateur BIONAV les changements de cap et de vitesse du navire. En interface avec un récepteur Decca de type conventionnel, le microprocesseur peut calculer la latitude et la longitude à partir des renseignements Decca.

(2) une console CTP (conductivité-température-profondeur) analogue basée sur un microprocesseur a été mise au point pour mettre en interface le CTP et un miniordinateur. Cet élément accroît l'utilité de l'appareil CTP existant et simplifie la conversion des mesures de conductivité et de température en salinité. Cet élément peut être utilisé un système autonome.

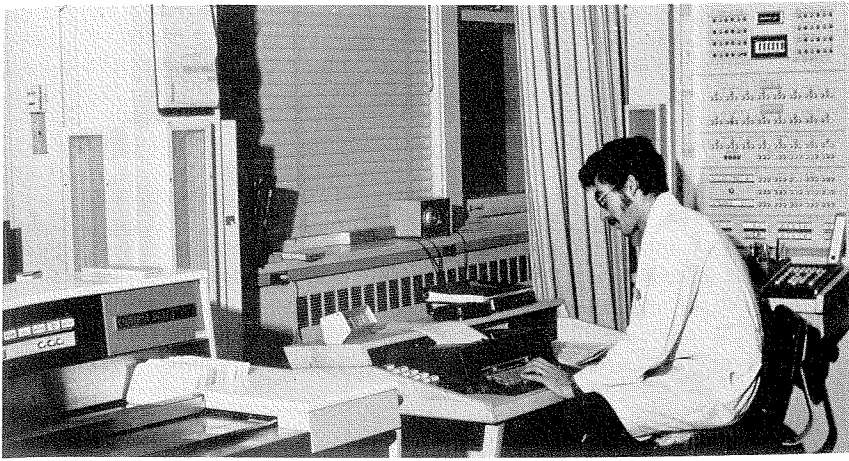
(3) un bloc d'instruments amarré a été mis au point pour la division de la Qualité de l'environnement du LEM pour mesurer les changements de teneur en matière en particules de l'eau de mer. Ce système comporte un enregistreur de données de modèle simple et divers détecteurs qui mesurent la conductivité, la température, la profondeur, l'atténuation de la lumière et la vitesse de courant de l'eau.

(4) avec la division de métrologie du LOA le groupe a mis au point un système grâce auquel on peut utiliser plusieurs instruments simultanément sur un seul câble conducteur mis à l'eau par dessus le bord du navire.

(5) un système de collecte de données a été conçu pour le LEM pour recevoir les signaux de divers détecteurs (température, profondeur, conductivité, position du filet, vitesse de remorquage) montés sur un filet d'échantillonnage biologique remorqué à ouvertures multiples. Ce système est utilisé pour calculer la salinité et le taux d'écoulement de l'eau à travers le filet; et aussi pour contrôler les diverses ouvertures du filet.

Remise en état à mi-carrière du CSS Baffin. La section administrative de la division des navires, dans le cadre de ses efforts pour améliorer la rentabilité et l'efficacité des navires, organise et coordonne une conversion à mi-carrière du CSS *Baffin*, exécutée par contrats. Cette conversion coûtera (entretien général non compris) environ cinq millions de dollars; et elle s'effectue progressivement. Elle est maintenant environ à moitié faite et une autre grande tranche sera faite dans l'hiver de 1979. Parmi les principales transformations réalisées en 1978 on compte: (1) le remplacement des trois générateurs de 400 KW par deux générateurs diesel Caterpillar de 600 KW; (2) l'installation d'une hélice latérale de proue de 400 chevaux-vapeur et (3) le renforcement de l'avant pour lui permettre de naviguer dans des eaux pleines de glace.

Expédition du CSS Baffin au Pérou. A l'automne 1977 le CSS *Baffin* a participé à une étude conjointe Canada-Pérou de l'anchois péruvien et de son



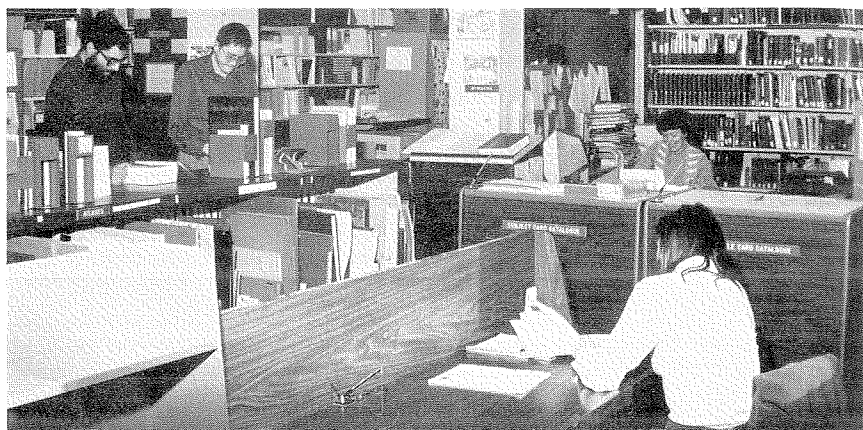
Le système actuel de l'Institut, un CDC 3150, est en cours de remplacement par un ordinateur CDC Cyber 171. Ici un opérateur est assis au pupitre du CDC 3150. (IOB 5145)

écosystème, avec le navire de recherche péruvien *SNP-1*. Les crédits pour cette étude provenaient en grande partie de l'Agence canadienne pour le développement international; il y avait 90 participants venant d'une douzaine d'institutions du Canada, du Pérou, des Etats-Unis, d'Allemagne de l'ouest, d'Ecosse et de Suède. Un rapport sur les données et les résultats initiaux a été édité et produit par les services de Publication dans la série des rapports techniques de l'IOB (voir section F, Rapports techniques de l'IOB, Doe, L. A. E.). Pour répondre à la demande d'espace de laboratoire sur le *CSS Baffin*, la division des navires avait modifié plusieurs conteneurs ordinaires de fret et les avait transformés en laboratoires portatifs, munis d'équipement et d'eau, d'électricité, etc. Certains des résultats de cette grande expédition sont décrits dans les rapports de recherche du LOA, du LEM et du CGA.

Remplacement du grand ordinateur de l'Institut. L'ordinateur actuel de l'Institut, un système CDC 3150, a été installé en 1965 et a bien servi l'IOB. Il a été très utilisé pour analyser et réduire des données océanographiques. Mais son âge a créé des problèmes d'entretien et il n'a pas les moyens de partager le temps. Au cours de la période passée en revue une proposition de remplacement a été présentée au Conseil du Trésor, qui l'a approuvée. Des spécifications décrivant nos besoins à venir en matériel, en programmes et en moyens de conversion ont été émises au cours de l'été 1978, et l'examen des temps requis pour effectuer certaines opérations, et l'évaluation des propositions reçues ont été terminées au cours de l'automne. Le vendeur choisi est la société Control Data Canada, Ltd, avec un système Cyber 171-98k qui doit être installé en mars 1979.

Développement des opérations d'informatique. Le travail du CDC-3150 a augmenté de 11% en dépit du doublement de l'utilisation de centres d'informatique à l'extérieur par le personnel de l'IOB et du transfert de fonctions spécialisées à des miniordinateurs. L'utilisation des ordinateurs de traçage a augmenté de 130%.

Beaucoup d'autres progrès ont été réalisés dans les services d'informatique au cours de la période passée en revue. On a établi un système permanent, basé à terre, de mise au point de programmes pour le traitement des données à bord des navires; on a entrepris la conversion des actionnements de bandes magnétiques de sept à neuf pistes sur le miniordinateur embarqué, afin de faciliter le transfert des données au nouvel ordinateur; les installations de télécommunication ont été développées afin d'avoir accès à trois nouveaux centres d'informatique; et notre miniordinateur PDP-8 a été remplacé par un miniordinateur Hewlett-Packard 2100 à usages multiples, qui sert les traceurs, le convertisseur analogique-numérique et un système de conversion des bandes magnétiques de sept à neuf pistes.



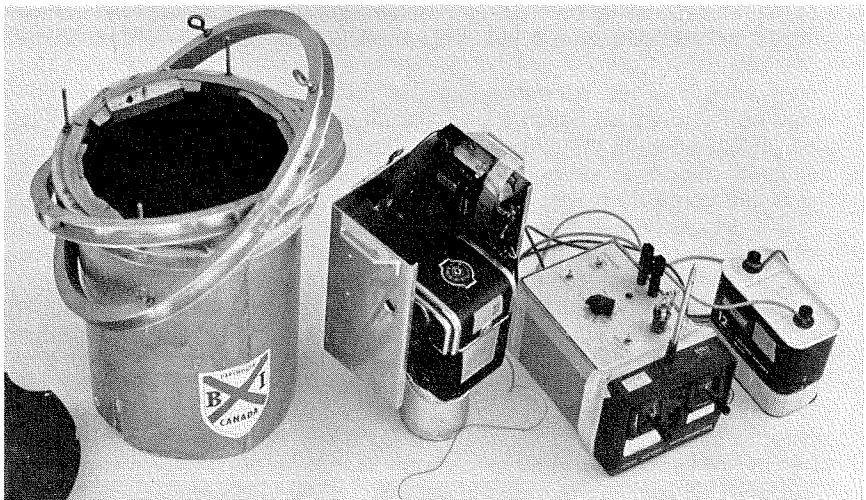
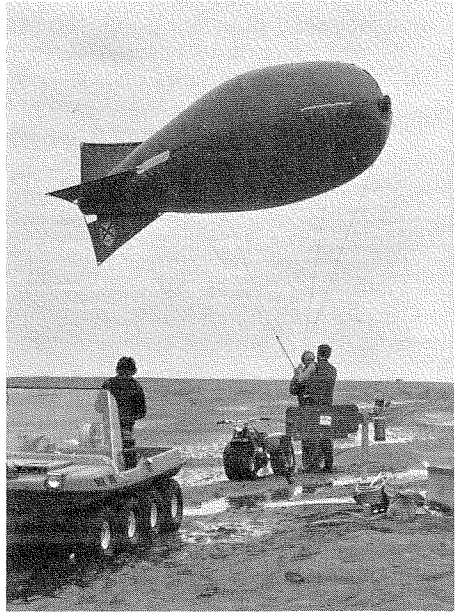
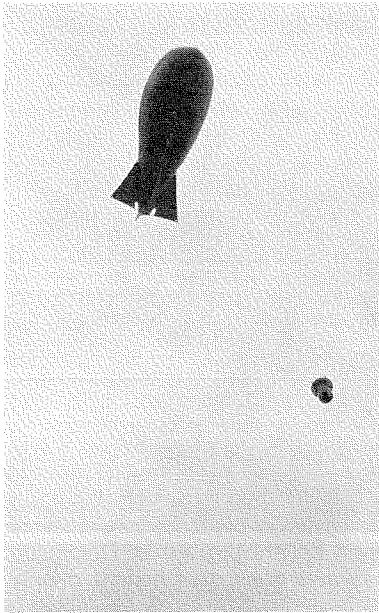
La bibliothèque de l'Institut contient maintenant environ 12.000 livres, 11.000 rapports (8.000 sur microfiches) et 2.000 titres de périodiques (dont 1200 paraissant actuellement). Elle a accès à plus de 100 centres de références bibliographiques grâce au système Dialog de Lockheed, au service de recherche Orbit de la société Systems Development (distribué au Canada par Infomart), et aux deux systèmes canadiens CANJOLE et QL. Les profils CANISDI fournissent aux utilisateurs un service de mise à jour. Un bureau de renseignements fonctionne de 8h.15 à 4h.30 du lundi au vendredi, et pendant ce temps la bibliothèque est ouverte au public. La bibliothèque assure un service de prêt interbibliothèques pour les membres de l'Institut et un service de photocopie et de prêt de sa propre collection pour d'autres bibliothèques et pour les personnes qualifiées. Ci-dessus vue générale de la bibliothèque où divers utilisateurs sont en train de feuilleter des ouvrages et où la bibliothécaire est au bureau de renseignements (arrière-plan à droite). (IOB 5188-1)

Améliorations des services de bibliothèque. Au cours de la période passée en revue, une politique de développement a été formulée, qui définit les progrès à venir. Cette politique est déjà en vigueur dans la mesure où l'accent a été mis au cours des deux dernières années sur le développement de la collection et la mise en oeuvre de moyens plus efficaces d'accéder aux matériaux. Un index KWIC (mot clé dans le contexte) produit sur ordinateur a été établi pour les rapports techniques. Il contient maintenant environ 2.200 éléments et environ 75 s'y ajoutent chaque mois. Les séries et les matériaux de référence sont également indexés par le système KWIC d'après le mot significatif. Les monographies sont cataloguées par un système coopératif de catalogage (Blackwell North America) et les livres plus anciens sont peu à peu ajoutés au

système. La bibliothèque établira dans l'avenir une liste de tout ce qu'elle a sur un ordinateur, ce qui lui permettra de distribuer des catalogues localement et nationalement, sur microfiches, à l'aide d'un ordinateur. Au début de 1977 un rappel général de tous les livres a été institué. Jusque là les rappels n'étaient émis que si quelqu'un d'autre demandait les livres; et un inventaire effectué l'été 77 avait révélé un pourcentage élevé de pertes. Le système de rappel régulier maintenant en vigueur rend la bibliothèque plus utile pour ceux qui veulent parcourir la collection et réduit le pourcentage de pertes.

Format nouveau pour les publications de l'IOB. En 1976 l'IOB a décidé de produire ses rapports techniques sur microfiches au lieu de les produire sur papier. En 1978 les services de publication ont pris en charge la production et la distribution des Rapports techniques et de données du Service des pêches et de la mer, et les ont également convertis au système des microfiches. Dans les deux cas la conversion a été faite parce qu'elle permet de réaliser des économies considérables, d'accélérer la diffusion de l'information et de réduire l'espace nécessaire au stockage des rapports. Le format microfiche permet de reproduire un rapport de 98 pages sur une feuille de plastique de 6 pouces par 4, à partir de laquelle on peut facilement produire des exemplaires sur papier de format 8 et demi par 11 de qualité acceptable, à l'aide d'un duplicateur de microfiche. Nous continuons néanmoins à produire un nombre limité d'exemplaires sur papier à l'usage des auteurs, mais la distribution générale se fait dans le format microfiche. La réaction de nos abonnés a généralement été favorable bien que quelques-uns nous aient écrit ou appelé pour nous dire, selon les termes employés par l'un d'entre eux, que même si l'utilisation des microfiches semble se répandre, "moi en tout cas je reste partisan des bons vieux exemplaires sur papier".

Nouvelle application d'une technique ancienne de photographie. Comment fait-on pour obtenir une série de photographies aériennes d'un endroit donné pendant un certain temps tel que par exemple la durée d'un cycle de marée? Les avions ou les hélicoptères sont chers et ne conviennent pas vraiment à cette tâche. La réponse apportée à ce problème par le groupe de photographie a été d'adapter et d'utiliser un système d'appareil photo porté par un ballon qui avait été conçu à l'origine par le Centre canadien de télédétection. Les premières photographies aériennes ont été prises en 1858 par un homme suspendu en l'air dans un ballon à gaz. Dans notre système un appareil photo à moteur, télécommandé et monté sur des anneaux suspendus à la Cardan, est attaché à 15 mètres au-dessous d'un ballon rempli d'hélium, et le tout est attaché à une corde de Kevlar très mince et très résistante (point de rupture: environ 300 kilogrammes). L'appareil photo est dans une boîte protectrice qui contient aussi un récepteur radio, un servo-moteur de déclenchement, et des piles pour le récepteur; la commande à partir du sol se fait par émetteur radio et l'appareil est déclenché par l'émission d'un signal manuel ou d'un signal séquentiel à intervalles fixes. Les photographies sont prises normalement à des hauteurs de 460 à 610 mètres. On en est arrivé au modèle actuel après des essais sur le terrain du système du Centre canadien de télédétection effectués au Nouveau Brunswick; et le système a ensuite été utilisé avec succès pour enregistrer le mouvement des sédiments à Economy Point dans le bassin des Mines en Nouvelle Ecosse, pour le compte du groupe de Géologie du milieu marin du CGA. Depuis lors le système du ballon a été utilisé avec succès dans plusieurs projets de recherche biologique et géologique et, grâce à l'expérience ainsi acquise, il va faire l'objet de nouveaux perfectionnements qui devraient permettre d'élargir ses possibilités d'emploi à des fins de recherche.



Le système d'appareil photographique porté par un ballon Hasselblad ELM a servi à enregistrer le mouvement des sédiments dans le bassin des Mines en Nouvelle Ecosse. Voir aussi Sous-division de géologie du milieu marin à la section B. (IOB 4421)

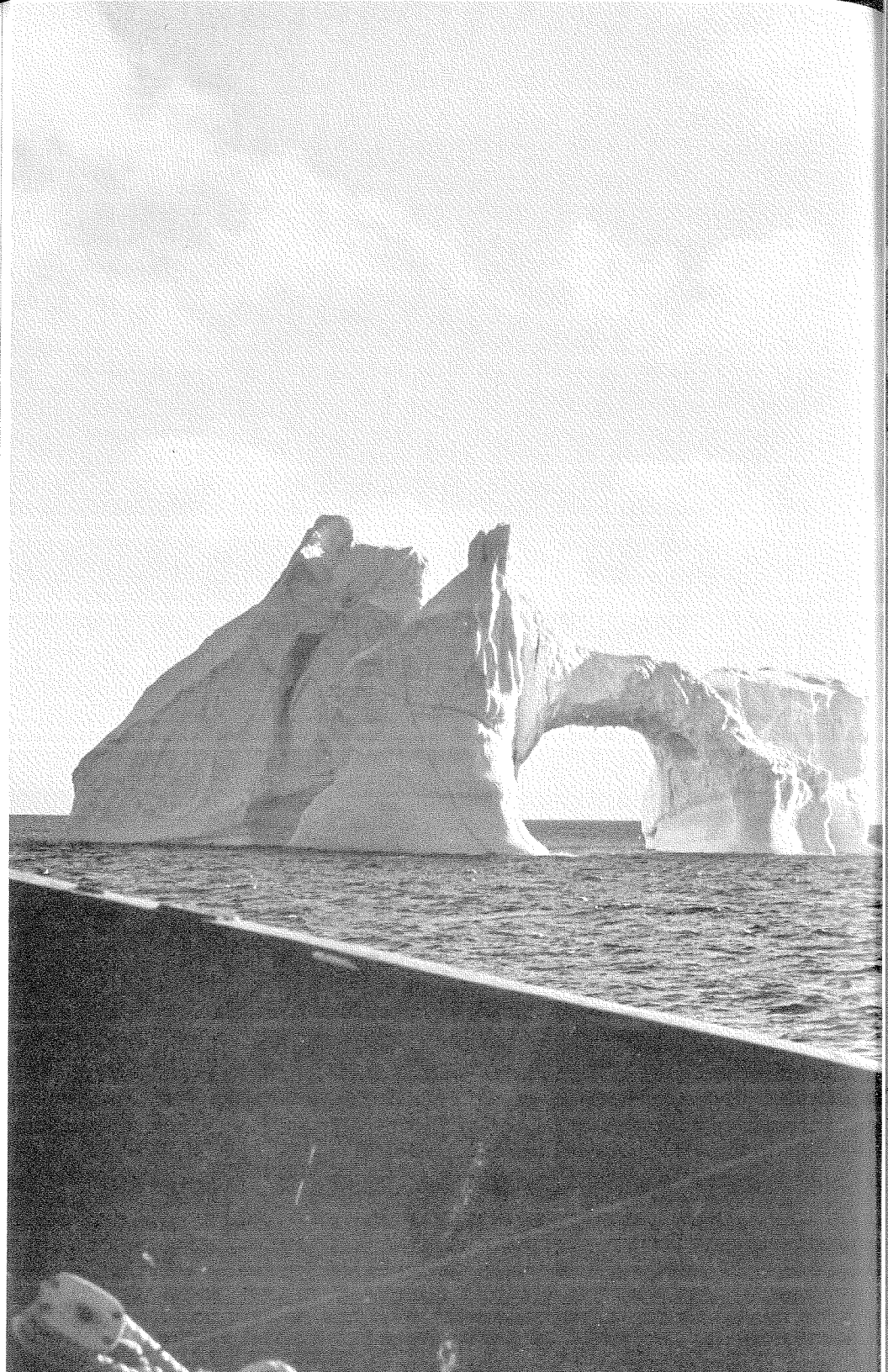


Centre géoscientifique de l'Atlantique
Commission géologique du Canada
Ministère de l'énergie, des mines et des
ressources

Directeur — M.J. Keen

- Sous-division de la géologie du pétrole — secteur de l'Est
- Sous-division de la géologie marine environnementale
- Sous-division de reconnaissance régionale
- Sous-division de soutien
- Sous-division administrative (1)

(1) le travail de cette sous-division n'est pas passé en revue dans ce rapport



Notes du directeur

Le rôle du CGA est en bref d'informer et de conseiller le Canada au sujet des terres qui se trouvent sous les mers et de son littoral. Nous le remplissons en répondant ou en aidant à répondre à des questions d'importance pratique. Nous estimons par exemple les quantités d'hydrocarbures dans les sédiments situés sous la bordure continentale le long du Canada oriental et de l'Arctique oriental. Un tel travail est manifestement nécessaire pour pouvoir élaborer une politique de l'énergie. Des questions connexes se posent dans les zones où se font les recherches d'hydrocarbures: quels seront par exemple les effets de l'affouillement des icebergs sur les gueules de puits au fond? Pour pouvoir donner des conseils sur ce genre de choses, on doit s'appuyer sur des années de travail. Par exemple, pour conseiller le gouvernement de Nouvelle Ecosse sur son programme de forage à la recherche de houille au large du Cap Breton, nous nous sommes servis des résultats de travaux réalisés en 1874, 1949 et 1974. C'est pourquoi une grande partie de notre travail doit être consacrée à des questions dont nous pensons qu'elles se poseront dans l'avenir, d'ici quelques années; il est évidemment difficile de prévoir ce que seront ces questions, et le mieux que nous puissions faire est de suggérer des programmes scientifiques innovatifs et de les mettre en oeuvre en conjonction avec toutes sortes d'institutions canadiennes et étrangères.

Je pense qu'on peut considérer notre programme comme bien intégré en ce sens que ses différentes parties contribuent les unes aux autres; et j'illustrerai cette interdépendance en examinant certains programmes scientifiques qui ont trait, directement ou indirectement, aux hydrocarbures. (On pourrait l'illustrer de nombreuses manières; on verra que celle-ci est commode).

Si nous voulons évaluer les hydrocarbures (pétrole et gaz) qui peuvent se trouver au large du Canada oriental, il nous faut savoir un certain nombre de choses: les roches contiennent-elles suffisamment de matière organique? s'agit-il du 'bon' type de matière organique? ces roches ont-elles été cuites à une température suffisamment élevée et pendant assez longtemps pour pouvoir engendrer des hydrocarbures, ou ont-elles été chauffées à tel point qu'il ne reste ni pétrole ni gaz? Y a-t-il des siphons dans lesquels le pétrole et le gaz ont pu émigrer et former des réservoirs que nous pouvons exploiter? ces réservoirs sont-ils suffisamment grands pour être exploitables commercialement?

Pour pouvoir répondre aux questions que je viens de poser au sujet des hydrocarbures, il faut connaître la géologie régionale de la zone littorale, et comprendre les mécanismes de formation et d'accumulation des hydrocarbures. Nous savons que le coin sédimentaire de l'Amérique du nord orientale a commencé à se développer il y a 180 millions d'années, par suite de la fragmentation des continents que nous appelons maintenant Amérique du nord, Groenland, Europe, et Afrique. Cette évolution continue à l'heure actuelle. Les sédiments de notre bordure sont le résultat du dépôt de débris du continent, de matériaux tels que les récifs de corail dérivés d'animaux vivants et de précipités tels que le sel déposé inorganiquement lorsque la circulation océanique était très restreinte. Une des choses que nous voulons savoir pour pouvoir répondre à des questions spécifiques au sujet des hydrocarbures est la date à laquelle

s'est produite cette fragmentation des continents. Nous l'apprenons en étudiant les roches déposées et de leur âge. Quel âge ont les sédiments que l'on trouve dans les puits? Quel degré de chaleur ont-ils atteint? A quelle profondeur sont-ils?

Les âges relatifs sont déterminés d'après les fossiles préservés dans les roches sédimentaires et, en ce qui nous concerne, nous avons surtout utilisé les restes de foraminifères, les dinoflagellés et les ostracodes. Comme tout le monde naturellement, nous nous trouvons devant un énorme problème de traitement des données provenant d'une étude des fossiles des puits sous-marins, et cette difficulté est d'autant plus grande que les données peuvent être défectueuses et trompeuses. Les problèmes qui existent peuvent être illustrés par les faits suivants: plus de 100 puits ont été forés au large de l'Est du Canada. Ils peuvent contenir à eux tous 200 à 300 espèces de foraminifères; nous nous trouvons donc devant le problème de comparer l'ordre d'existence dans tous ces puits de toutes ces espèces. Mais lorsque les échantillons sont récoltés lors du forage des puits, certaines espèces sont récoltées au mauvais endroit et un paléontologiste peut se tromper dans l'identification des espèces. C'est pourquoi, avec l'aide des mathématiciens de la division de Géologie économique de la Commission géologique du Canada, nous avons mis au point des techniques d'informatique pour traiter toutes les informations et séparer le grain de la balle.

Il y a plusieurs façons de découvrir quel degré de chaleur les sédiments ont atteint. L'une est basée sur une observation qui aurait été familière pour les générations précédentes qui utilisaient le charbon comme combustible. La matière organique, comme la tourbe par exemple, lorsqu'elle est comprimée et chauffée, perd ses composants gazeux et devient successivement lignite, charbon bitumineux et anthracite. Les différentes variétés de charbon sont de plus en plus 'brillantes' et on peut les distinguer en mesurant la quantité de lumière réfléchie par leurs surfaces polies. La mesure de "réflectance" peut être reliée empiriquement au temps de 'cuisson' et à la température. Si donc nous faisons de telles observations sur les matériaux houilleux en provenance des puits nous pouvons déterminer en gros les températures atteintes par les roches datées au moyen des fossiles. Et nous pouvons par conséquent déterminer l'âge et la profondeur auxquels il y a des chances de trouver des hydrocarbures (matière organique cuite).

Nous constatons que cette profondeur (âge) est plus grande sous le plateau Scotian que sous le plateau du Labrador. Pourquoi? Nos bordures se sont formées par l'effondrement et l'expansion du sol de l'océan qui ont commencé il y a environ 180 millions d'années; la bordure (chaude) s'est enfoncée depuis lors à un taux similaire à celui de l'expansion du sol de l'océan à partir de la dorsale du milieu de l'océan, et nous pouvons calculer la température des sédiments déposés sur la bordure enfoncée. Nous constatons que, comme l'expansion a commencé beaucoup plus tôt le long de la Nouvelle Ecosse que le long du Labrador, la température de roches vieilles de (disons) 50 millions d'années sont plus basses dans le cas du plateau Scotian que dans le cas du Labrador. En simplifiant on peut dire que les roches vieilles de 50 millions d'années sont plus loin de la source de chaleur en-dessous de la Nouvelle Ecosse qu'en dessous du Labrador. Les hydrocarbures seront donc plus difficiles à trouver sous le plateau Scotian que sous le plateau du Labrador parce qu'ils seront à une plus grande profondeur.

A supposer que nous trouvions des hydrocarbures, leur exploitation peut, si elle est mal faite, être dangereuse. Il y a deux dangers: les tremblements de terre, qui causent des effondrements dans les terrains instables, et l'affouillement par les glaces. Les tremblements de terre sont nombreux dans la baie Baffin septentrionale et potentiellement dangereux sur la bordure du Labrador. Nous avons récemment tenté d'envisager le problème dans la baie Baffin septentrionale en posant les questions suivantes: quelle est la fréquence des tremblements de terre et où se situent-ils? Les réponses sont mal connues parce que le réseau sismologique ordinaire n'est pas suffisamment dense dans cette région. Nous avons mis en place trois séismomètres de fond, au cours de l'été 1978, dans la baie Baffin septentrionale; la Direction de physique de la terre de la Commission géologique du Canada a établi trois stations sismiques portatives sur la côte de l'île Baffin; et le Service géodétique danois a établi une autre station au Groenland occidental. Nos séismomètres du fond de l'océan ne peuvent enregistrer que pendant dix jours; un élément de chance était donc nécessaire. Le réseau fut 'étalonné' à l'aide de deux explosions de 500 kilogrammes, détonées à des positions connues grâce au Loran-C (en utilisant l'onde aérienne) et à la navigation par satellite. Heureusement pour nous, et non, par chance, malheureusement pour personne d'autre, un tremblement de terre de force trois s'est produit pendant notre période de dix jours, et une quantité d'incidents moins importants furent également tous enregistrés à la majorité des stations terrestres et océaniques. A la suite de cette expérience pilote nous devrions pouvoir localiser nos propres tremblements de terre et, avec le réseau étalonné, nous servir des observations du réseau ordinaire pour relocaliser plus précisément les tremblements de terre précédents.

Supposons qu'une gueule de puits soit installée sur le fond de la mer; elle pourrait être balayée par un iceberg qui s'échouerait. De même que les cratères des météorites sur les planètes nous parlent de débris interplanétaires, les affouillements d'icebergs nous parlent d'icebergs dans les océans. Les observations faites avec un sonar à balayage latéral nous disent qu'il y a eu de très nombreux échouages d'icebergs. Mais de quels nombres s'agit-il? De quel âge sont les affouillements observés? Voici une zone de recherche fascinante dans laquelle nous pouvons examiner une étonnante variété de phénomènes. Un iceberg se coupe-t-il un chemin comme une bonne machine-outil ou le laboure-t-il comme une mauvaise machine? Trouverons-nous moins d'affouillements que nous en attendons dans les eaux profondes parce que le niveau de la mer s'est élevé, globalement, depuis la déglaciation? Mais quelle est la vitesse de soulèvement de la terre sur les plateaux du Labrador et de Baffin? Et qu'est-ce que cela nous dit au sujet des propriétés physiques de la croûte terrestre et du manteau qui se trouve en-dessous?

Pour répondre à la plupart des questions que je viens de poser, il faut faire appel à une technologie avancée: des séismomètres de fond, des sonars à balayage latéral utilisables sur nos plateaux et pentes profonds, des instruments de surveillance des phénomènes de sédimentation, des systèmes sismiques à définition élevée, et ainsi de suite. Pour avoir accès à tous ces appareils nous les mettons au point nous-mêmes, nous travaillons avec les technologues de toutes les sections de l'Institut et nous travaillons avec l'industrie privée. Lorsque nous travaillons avec l'industrie nous essayons de passer à une société ce que nous savons des techniques et des problèmes qui valent la peine d'être résolus. Le SEABED, programme réalisé avec Huntec (70) Ltd, est destiné à tenter de déterminer les propriétés physiques du fond de la mer à l'aide de techniques acoustiques. Le programme est basé sur la

source sonore à répétition régulière mise au point par cette société pour son profileur, qui est remorqué près du fond de la mer. Ce programme commence à porter des fruits et nous serons bientôt en mesure de prédire les propriétés des sédiments des plateaux en nous servant des signaux acoustiques, avec seulement un minimum d'échantillonnage.

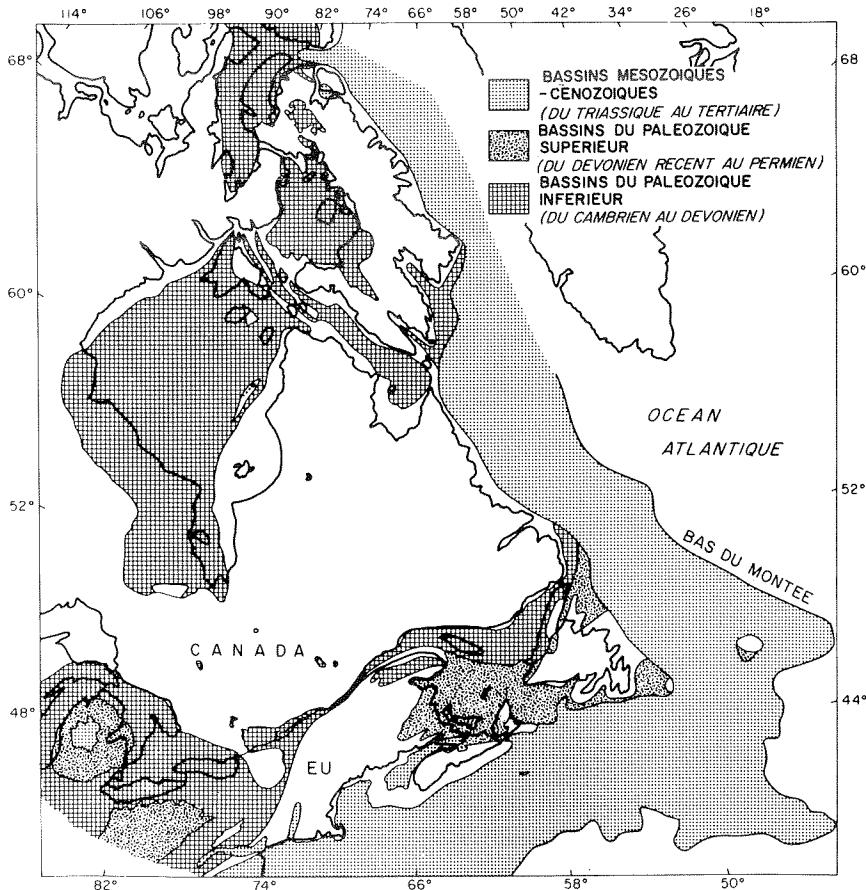
M. J. Keen

Directeur

Centre géoscientifique de l'Atlantique

Géologie du pétrole du secteur de l'Est

La sous-division de la Géologie du pétrole du secteur de l'Est se consacre principalement à essayer de comprendre la structure et l'histoire géologiques des bassins sédimentaires de l'Est du Canada, le long des côtes et au large des côtes. Ce programme aide à évaluer les ressources, particulièrement le potentiel de gaz et de pétrole de la région. Des recherches sont en cours dans chacun des principaux bassins indiqués sur la carte (voir au dos de la page). L'importance de l'effort varie selon le potentiel de chaque zone en hydrocarbures. Les biostratigraphes, les lithostratigraphes, les géophysiciens et les géologues du pétrole associent leurs efforts dans un programme intégré d'analyse des bassins. Les chercheurs poursuivent aussi en outre des recherches indépendantes au profit de leur propre discipline et, en fin de compte, des objectifs d'analyse des bassins. On trouvera ci-après des exemples de quelques-unes de nos activités et de leurs résultats.

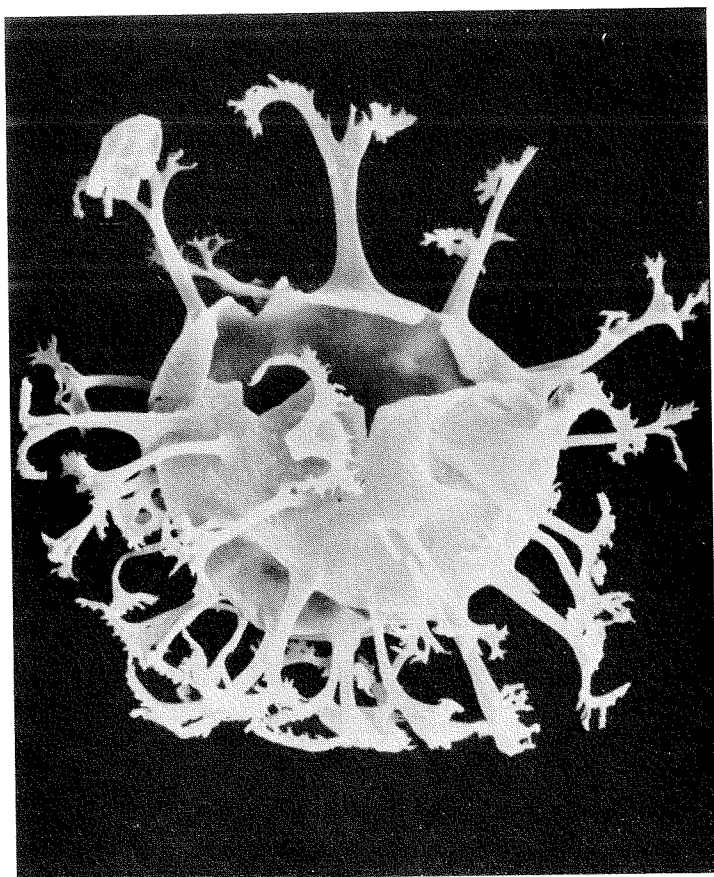


Bassins sédimentaires du Canada oriental et des zones adjacentes. (IOB 3573)

Bassins mésozoïques-cénozoïques - Rebord atlantique

Le rebord atlantique est considéré comme ayant un potentiel important en hydrocarbures, en raison surtout de l'existence de gaz et d'hydrocarbures liquides sur le plateau du Labrador et dans la région de l'île de Sable. C'est pourquoi la plus grande partie de nos efforts est consacrée à ces régions.

Biostratigraphie. Nos études de biostratigraphie visent à identifier la zonation stratigraphique des groupes de microfossiles à partir des échantillons de résidus provenant des puits forés dans la région. Cette zonation nous permet d'établir des corrélations entre puits et de situer les couches souterraines dans une géochronologie. Les microfossiles donnent aussi des indications relatives au milieu de sédimentation des roches dans lesquelles ils sont incrustés. De 1971 à 1978 l'étude paléontologique des puits du plateau Scotian, des Grands Bancs et du plateau du Labrador est passée du stade analytique initial au stade de la synthèse. Des études relativement détaillées de micropaléontologie et de palynologie ont été effectuées pour plus de 65 puits sous-marins. La stratigraphie des Grands Bancs et du plateau Scotian inclut des roches



Aerosphaeridium multicornutum, kyste dinoflagellé de l'éocène provenant du puits Pélican J-49, sur les grands bancs, grossi 1500 fois. On voit au sommet du kyste l'ouverture de sortie.

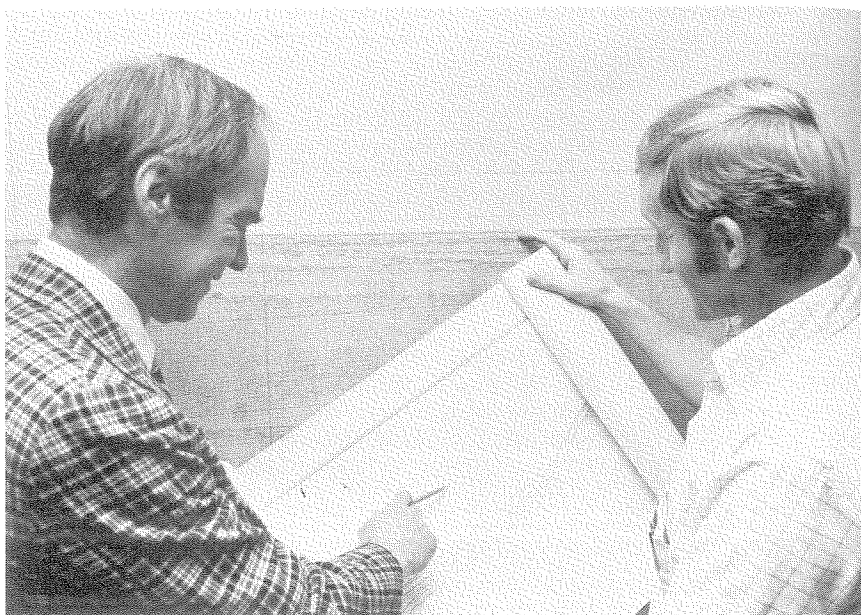
triassiques, jurassiques, crétacées et cénozoïques; et celle du plateau du Labrador des roches paléozoïques, crétacées et cénozoïques. Les études faites ont fourni une biozonation multiple du plateau du Labrador, qui met en relief son caractère nord-atlantique; une zonation multiple de jurassique pour le plateau des Grands Bancs qui met en relief son affinité avec le vieux monde; une zonation palynologique détaillée de crétacé-cénozoïque pour le plateau Grands Bancs - Scotian; et une zonation de foraminifères-ostracodes pour le plateau Scotian.

Notre participation aux phases 41 et 44 du Projet de forage des grands fonds nous a valu d'excellentes microfaunes et microflores du crétacé en provenance de faciès situés en eau profonde. L'intégration de ces données avec la biostratigraphie et la paléoécologie des Grands Bancs - plateau Scotian nous incite à poursuivre nos études de bassins dans l'Atlantique nord. Des études palynologiques seront effectuées à 132 autres sites de l'Atlantique dans le cadre de ce Projet.

Des recherches sur le type et la coloration du kérogène (matière organique) dans les résidus provenant du forage des puits, faites en complément de nos études de palynologie et de géochimie, ont donné certains résultats intéressants. Ces études montrent qu'en général, sur les Grands Bancs et le plateau Scotian, la plupart des roches que l'on trouve dans les puits d'exploration ne sont pas mûres thermiquement et n'ont guère de chances de produire des hydrocarbures. Les sédiments plus jeunes de ces puits contiennent surtout du kérogène pas mûr, qui est probablement d'origine marine et du type le plus favorable à la formation de pétrole. A une plus grande profondeur dans les puits, là où les températures auraient pu être suffisamment élevées pour former du pétrole à partir des matériaux marins, il y a surtout du kérogène d'origine terrestre. Ce matériau requiert des températures beaucoup plus élevées pour former du pétrole et du gaz. Sur le plateau du Labrador, les études de coloration organique indiquent que les matériaux d'origine terrestre proches du fond ont approché de la maturité et ont donc formé du gaz. La matière organique d'origine marine des sédiments plus jeunes est souvent au stade transitoire entre immaturité et maturité et, si l'on trouve des zones à matériaux mûrs sur ce plateau, on peut s'attendre à trouver du pétrole.

L'évaluation du potentiel d'hydrocarbures que l'on fait à l'aide du type et de la couleur organiques ne tient pas compte de facteurs tels que la géochimie des hydrocarbures, la porosité des sédiments, la présence de couches de roches fermant des réservoirs, ni des considérations structurales. Mais sans l'espèce voulue de matière organique, suffisamment chauffée pendant assez longtemps, on ne saurait s'attendre à trouver de grandes quantités de pétrole et de gaz dans les roches, même si les autres facteurs favorisent la présence de grandes accumulations d'hydrocarbures.

Analyse de bassin. Dans le cadre de notre programme d'analyse de bassins, nous continuons à participer à l'inventaire des dépôts d'évaporite auquel procède la Commission géologique du Canada. Deux raisons ont suscité la mise en route de cette étude: la société Energie atomique du Canada avait besoin de données sur les possibilités offertes par les lits de sel comme sites d'emmagasinage à long terme des débris nucléaires; et un inventaire de l'évaporite existant au Canada était requis pour des raisons économiques. Les résultats de cette étude désignent plusieurs régions de Nouvelle Ecosse dans lesquelles seront poursuivies des études détaillées afin de déterminer si certains sites conviendraient à cet usage.

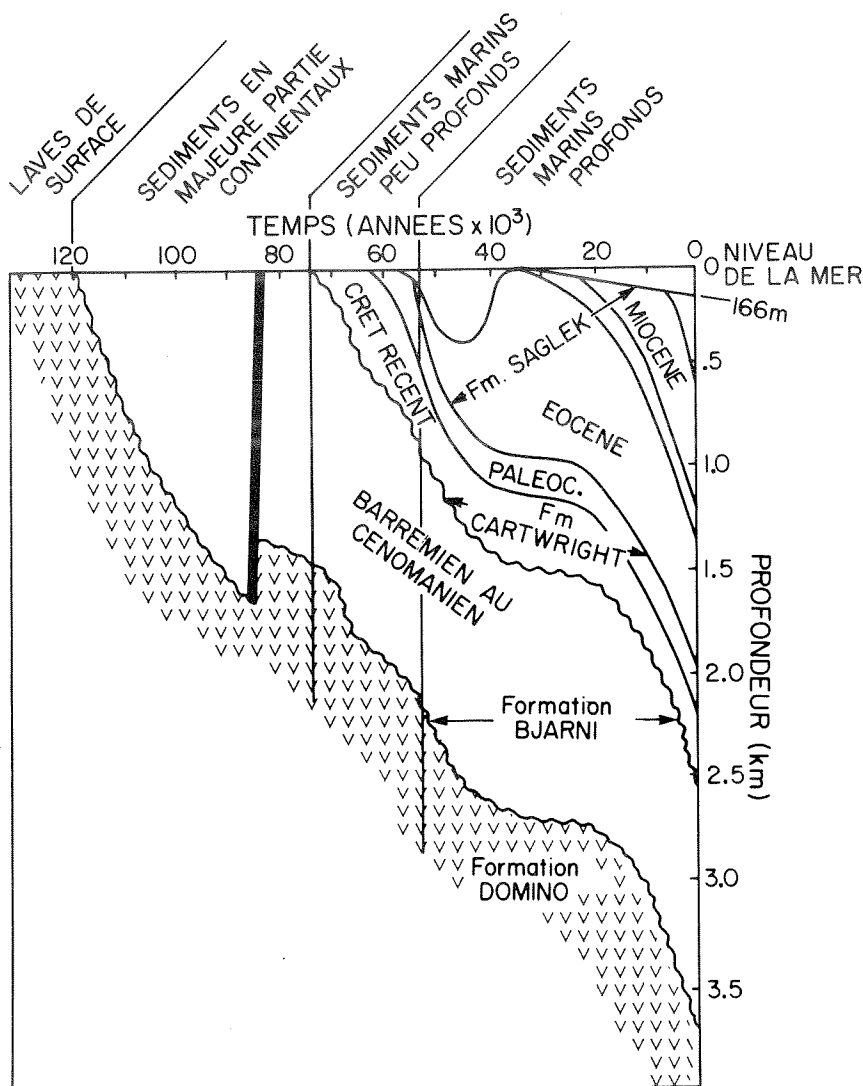


Géologues discutant un enregistrement sismique. (IOB 4165-2)

Notre participation au Projet de forage des grands fonds nous a fait étendre nos études du sous-sol à l'Atlantique nord, et nous sommes aussi membres de groupes de travail chargés de nommer les formations sédimentaires de l'Atlantique nord. Les séquences sédimentaires mésozoïques des secteurs est et ouest du bassin central de l'Atlantique nord ont environ le même âge, les mêmes groupements de faune, et une composition pétrographique similaire, bien qu'ils soient séparés par la dorsale atlantique. On peut distinguer sept formations sédimentaires dans ce bassin central de l'Atlantique nord. L'étude des microfaciès des séquences sédimentaires du jurassique a réduit l'éventail des éléments lithostratigraphiques et biostratigraphiques. Il semble que les plus anciens sédiments récoltés par le Projet de forage en eau profonde dans l'Atlantique nord central ne remontent pas au-delà du jurassique récent. Ces sédiments ont été déposés dans un milieu épibathyal, au-dessus de la profondeur où a lieu la dissolution des carbonates (CCD). Le fond de la mer s'est enfoncé au-dessous de cette profondeur à l'époque aptienne. Les conditions euxiniques à l'époque aptienecénomaniennne étaient le résultat de la stagnation des eaux du fond et des eaux intermédiaires, due à la perturbation de la circulation des eaux profondes, qui était liée soit à la séparation des plaques continentales entre les Grands Bancs et l'Espagne-Portugal (il y a 120 millions d'années), soit au mouvement orogénique dans la région Gibraltar-Afrique du Nord, soit au début de la rupture entre l'Afrique et l'Amérique du sud. La circulation du fond s'est rétablie au cours du crétacé récent.

A la fin de 1977 neuf puits avaient été forés sur le plateau du Labrador et les renseignements concernant ces puits nous ont été communiqués. Les séquences pénétrées par ces puits ont maintenant été analysées, et à partir de ces données l'histoire géologique et le cadre stratigraphique ont été reconstitués. En termes généraux, ces séquences peuvent se diviser en quatre formations, de la façon suivante:

- (1) la Formation Domino est une série d'écoulements de basaltes répandus à la surface terrestre dont l'âge, déterminé par radiométrie, se situe entre 139 et 120 millions d'années (âge berriasien à hauterivien).
- (2) la Formation Bjarni se compose en grande partie de matériaux clastiques grossiers, allant de l'hauterivien au cénomaniens, déposés dans des milieux surtout continentaux, autour et au-dessus de blocs de soubassement faillés



Courbe d'affaissement d'Herjolf M-92, qui résume la stratigraphie et le développement général du plateau du Labrador. (IOB 5129-2)

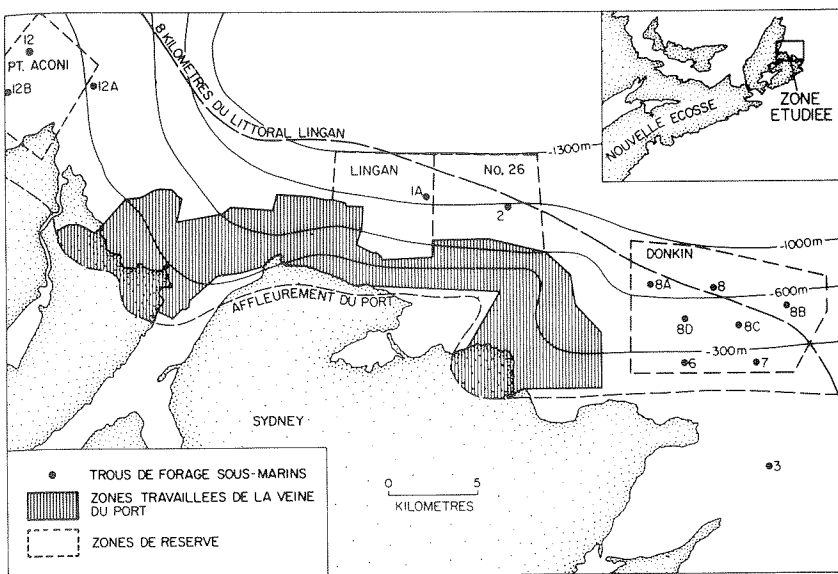
dans la partie supérieure, dans un bassin linéaire limité par des failles, pendant une période d'activité tectonique limitée. Les puits situés sur les flancs des blocs de soubassement ont pénétré une séquence complète, épaisse; les puits forés sur les crêtes des structures ont rencontré une séquence mince, à stratigraphie restreinte. La partie basale de la Formation de Bjarni se compose de couches de houille, (c'est-à-dire de veines de schistes argileux, de sable et de charbon atteignant jusqu'à dix mètres d'épaisseur) et elle constitue le membre Snorri.

- (3) *la formation Cartwright* est une série de roches marines peu profondes, surtout schisteuses, allant du turonien au paléocène supérieur. Un élément basal clastique grossier s'est développé localement (le membre sableux Freydis) et sur le dessus ou près du dessus s'est développé un autre élément sableux, le membre sableux Gudrid. Dans le puits Snorri J-90, foré au large du Labrador septentrional en 1975, on a extrait du gaz et du condensé d'un intervalle de dix mètres d'épaisseur dans le membre sableux Gudrid. Les formations Domino, Bjarni et Cartwright sont en grande partie limitées à un bassin linéaire bordé d'une faille, parallèle à la côte actuelle et sous-jacente à la partie extérieure du plateau du Labrador. L'extrémité méridionale du bassin côtier est le flanc nord de l'Arche de Cartwright, structure du socle plongeant vers l'est sur le plateau méridional du Labrador.
- (4) *la formation Saglek*, qui date de l'éocène inférieur au miocène supérieur, se compose d'une série épaisse de 'mudstones', déposées principalement dans les milieux d'eau profonde comme une lentille clastique s'épaississant en direction de la mer, superposée au bassin côtier qui date du crétacé inférieur au paléocène. Au milieu de l'ère tertiaire (éocène supérieur et oligocène) il y a eu une interruption temporaire de l'affaissement rapide de la bordure du Labrador, et durant cet intervalle, des clastiques plus grossiers du membre sableux Leif (éocène supérieur) et des 'mudstones' sableuses, avec des veines de houille formées localement, se sont déposées.

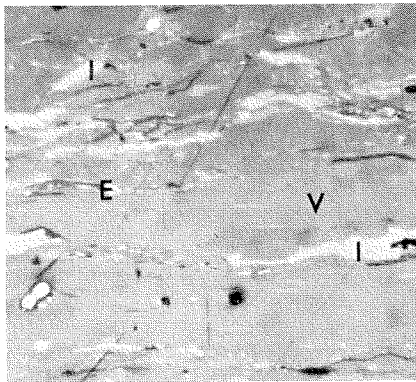
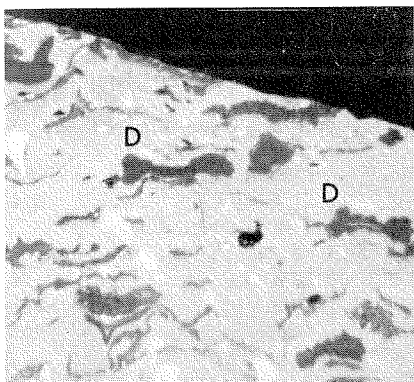
La stratigraphie et le développement géologique du plateau du Labrador peuvent être résumés par la courbe de subsidence d'Herjolf M-92, puits foré en 1976. Ce puits a la séquence stratigraphique la plus complètement développée de tous les puits.

Bassins du paléozoïque supérieur

Les études des couches de surface et des couches souterraines des bassins du paléozoïque supérieur des Provinces atlantiques reposent sur l'emploi de zonations biostratigraphiques à partir des spores de fossiles. Une grande étude a récemment été consacrée à un inventaire des dépôts d'évaporite du paléozoïque supérieur, dans le cadre de l'étude de l'évaporite faite à l'échelle nationale. L'histoire de ces dépôts d'évaporite remonte à la collision continentale entre l'Afrique et l'Amérique du nord et l'Europe durant l'orogénie acadienne du paléozoïque supérieur, qui a entraîné un soulèvement, un plissement, la formation de failles et une intrusion granitique. Avec le ralentissement de l'orogénie, le socle très fracturé s'est affaissé en formant une série complexe de structures surélevées et affaissées orientées vers le nord-est. Au cours du tournaisien supérieur et du viséen inférieur, cette région a continué à s'affaisser, d'où une accumulation de sédiments de couches lacustres de la partie supérieure du groupe Horton, suivie de l'avance de la mer de Windsor, qui pourrait avoir été une extension de la mer viséenne du nord-ouest de l'Europe. La circulation réduite de la mer de Windsor dans l'Est du Canada a provoqué l'accumulation de dépôts épais d'évaporite dans la



Carte du bassin houiller de Sydney montrant les emplacements des forages sous-marins, les zones de réserve et la portion exploitée de la veine du port. (IOB 5129-1)



Photographies de charbons de différentes qualités montrant les différences de réflectance de la vitrinite (la qualité inférieure est gris foncé). Les macéraux de charbon qu'on voit ici sont la vitrinite (V), l'exinite (E), la spononite (D) et l'inertinite (I). Ces coupes polies de charbon, examinées avec un objectif immergé dans l'huile, sont grossies 300 fois.

partie inférieure du groupe de Windsor. Au cours du viséen moyen-supérieur et pendant le viséen récent, le milieu sédimentaire de la mer de Windsor est devenu peu profond et marin et les clastiques et les carbonates s'y sont déposés. Du viséen récent au permien, une reprise de la compression, du soulèvement et de l'érosion a fait disparaître de grandes zones des roches des groupes d'Horton et de Windsor. Ce soulèvement orogénique a modifié le milieu sédimentaire de la région qui de marin est devenu continental, ce qui a amené l'accumulation d'épais dépôts de matériaux clastiques, de houille et de calcaires minces.

Evaluation des ressources

Tous les aspects de notre travail contribuent à la constitution d'un corps de données permettant d'évaluer le potentiel des bassins sédimentaires de l'Est canadien en hydrocarbures. C'est un effort accompli en coopération avec plusieurs services du gouvernement fédéral, dont les représentants constituent un sous-comité du potentiel géologique. (La méthodologie employée a été décrite dans le Rapport bisannuel 1973-74). Le sous-comité a procédé à une réévaluation des principales zones frontières, en particulier le plateau du Labrador, le delta du Mackenzie et les îles arctiques. Une méthode de détermination de l'importance des divers gisements a été mise au point pour permettre de faire une évaluation sur le plan économique. Des évaluations des ressources houillères ont été faites dans les bassins de Sydney et de Mabou. Un programme de forage comprenant 15 puits sous-marins a été entrepris conjointement par le Ministère de l'Expansion économique régionale, le Ministère des Mines de la Nouvelle Ecosse et le Ministère de l'Energie, des Mines et des Ressources en 1977-78. Une sélection des sites de puits, des pronostics d'intersections de veines, des corrélations entre veines, une description lithologique et des analyses pétrographiques détaillées ont été effectuées ou sont en cours. Ce programme a produit un profil d'un excellent bloc de houille dans la zone sous-marine de Donkin du bassin de Sydney, qui contient environ 800 millions de tonnes de charbon potentielles réparties en trois veines. Il a également indiqué la présence d'environ 400 millions de tonnes dans la zone de réserve de Lingan n° 26, et a fourni des renseignements très utiles sur la nouvelle mine Prince dans la partie ouest du bassin. A Mabou la zone sous-marine contient la séquence carbonifère déjà rencontrée dans le bassin d'Inverness, situé à 12 kilomètres au nord. Les veines de Mabou même sont situées plus profond qu'on ne s'y attendait et seules les veines de la séquence d'Inverness sus-jacentes offrent peut-être des possibilités d'exploitation minière sous-marine. On a maintenant besoin d'études plus détaillées pour évaluer ces possibilités.

Géologie du milieu marin

Le programme de Géologie du milieu marin est destiné à développer notre connaissance des phénomènes géologiques actifs et de la manière dont ces phénomènes font évoluer les caractères et les ressources de la géologie marine. Les résultats de nos programmes servent par exemple à déterminer la sensibilité des zones côtières aux marées noires, les effets de l'immersion des déchets en mer sur le milieu marin, les possibilités de développement de ressources énergétiques ou minérales, et la qualité du milieu en tant qu'élément de la science de la terre.

Les chercheurs de la sous-division se répartissent en trois groupes correspondant aux grandes disciplines mais certains membres de ces groupes participent à des travaux ou des études interdisciplinaires. Ces trois groupes sont: le groupe de géodynamique côtière composé de géomorphologues et de sédimentologues des côtes; le groupe de paléo-écologie composé de micropaléontologues spécialisés dans les études de foraminifères et un macropaléontologue spécialisé dans l'étude des mollusques; et le groupe de géochimie composé de spécialistes de géochimie organique et inorganique.

Géodynamique côtière

Ce groupe a entrepris des projets dans toute une série de régions, de la baie de Fundy à la mer de Beaufort. En 1978 le groupe a été élargi par l'addition de quatre chercheurs et d'un technicien de la division des sciences des terrains (CGC) d'Ottawa.

Baie de Fundy. Trois sites possibles ont été envisagés pour la construction d'une usine marémotrice par le Conseil d'examen de l'énergie marémotrice. L'un de ces sites est dans le bassin des Mines, l'autre dans la baie Shepody et le troisième dans le bassin de Cumberland. Ces deux dernières années, des études intensives de sédimentologie ont été faites dans le bassin des Mines et dans la région de la baie Chignectou qui comprend la baie Shepody et le bassin de Cumberland.

Les études réalisées dans le bassin des Mines ont indiqué que les taux élevés d'érosion du littoral, le mouvement intercotidal massif de sables, et l'accumulation de boues dans la partie supérieure de la baie pourraient créer des difficultés importantes si l'on essayait de construire un barrage en travers du bassin des Mines.

Plusieurs techniques nouvelles et innovatives ont été mises à l'essai dans les études faites dans le bassin des Mines: l'évaluation par télédétection des images des satellites Landsat pour déterminer la concentration des sédiments en suspension dans les eaux de surface; télédétection des mouvements de la forme du lit à l'aide d'un ballon captif et d'un appareil photo suspendu au ballon; et traçage des sédiments à l'aide de perles de verre radioactives placées dans les sédiments de surface. Plusieurs de ces techniques ont permis aux chercheurs de récolter des données quantitatives qu'ils n'auraient pas pu assembler autrement.



Les accumulations de boue du bassin des Mines ont formé les marais de Tantramar près de la frontière entre la Nouvelle Ecosse et le Nouveau Brunswick. Sur cette photo d'une rivière remontée par la marée sinuant dans les marais, on peut voir diverses digues construites pour obtenir des terres cultivables. (IOB 4603-31)

Plus récemment les études ont été concentrées dans la région de la baie Chignectou, où l'on procédera à des estimations du mouvement des sédiments, et où des études géophysiques serviront à reconstituer l'histoire de la sédimentation afin de déterminer les taux d'accumulation des sédiments et l'influence que divers phénomènes, tels que l'accroissement de l'amplitude des marées, peuvent avoir eue au cours des 6.000 dernières années.

Golfe St Laurent méridional. Les barrières d'îles du golfe St Laurent sont un trait essentiel du littoral du Nouveau Brunswick et de l'île du Prince Edouard. On pense maintenant que l'évolution et la stabilité de ces littoraux diffèrent à beaucoup d'égards des caractéristiques d'autres littoraux à barrières d'îles ailleurs dans le monde. Des études récentes ont montré que les chenaux de marée et les chenaux de débordement dû aux tempêtes sont généralement des traits éphémères, à l'échelle de temps géologique et même en fait à l'échelle historique. Ces corridors sont cependant les zones les plus importantes pour le passage du sable vers la terre dans ce système de progradation. Des études détaillées du rapport entre le climat d'ondes près du littoral et l'érosion des îles-barrières ont révélé que des vagues de hauteur critique venant du nord-est et approchant du littoral, dans la baie de Kouchibouguac, peuvent causer une érosion importante en quelques heures.

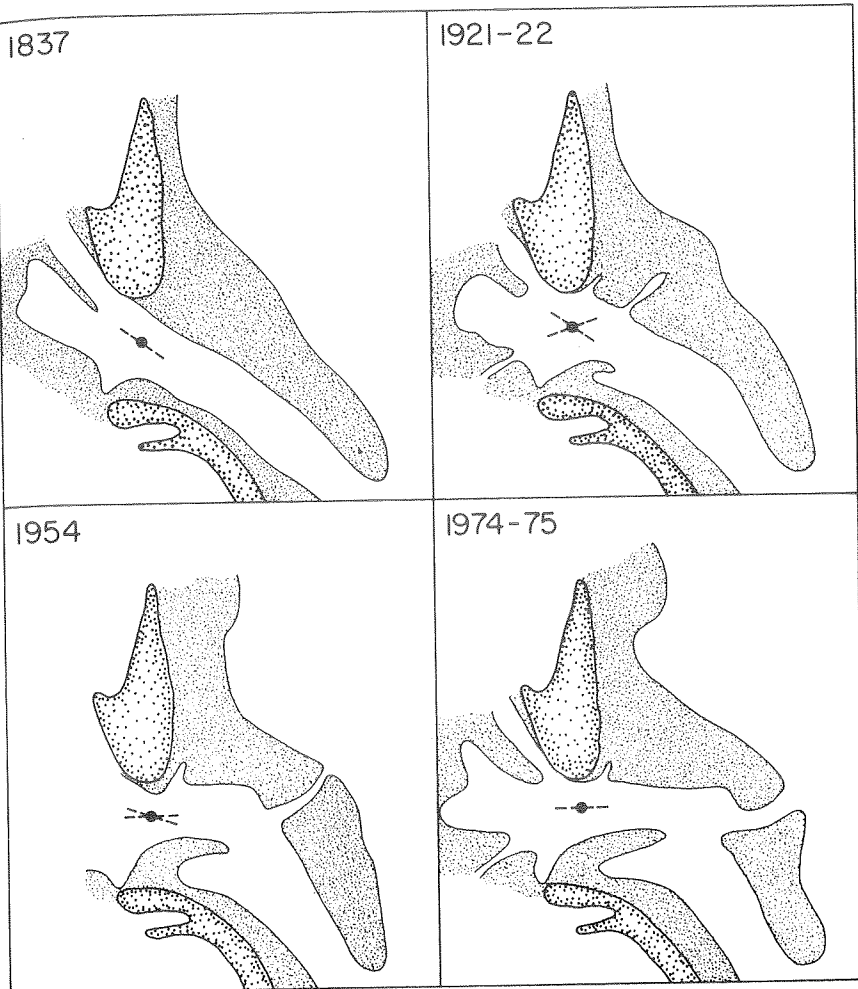


Schéma simplifié retraçant l'évolution de la principale anse de l'estuaire du Miramichi au Nouveau Brunswick, de 1837 à 1975. Les zones à pointillé serré sont couvertes de moins de cinq mètres d'eau; les cercles pleins avec lignes en pointillés indiquent la direction de l'écoulement d'eau dominant. (IOB 4284-7)

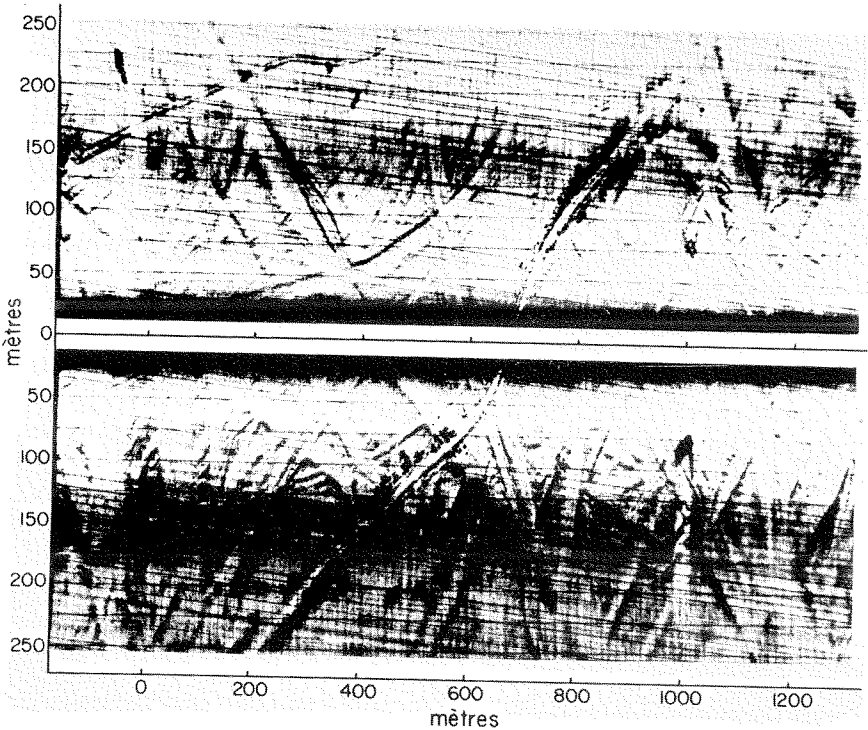
Côte du Labrador. L'éventualité d'une mise en valeur de ressources pétrolières au large des côtes du Labrador a suscité un désir de connaître la sensibilité de ce littoral à une contamination pétrolière. Dans un premier stade d'analyse, on a entrepris une cartographie exploratrice, basée sur un système de classification de la sensibilité à la contamination. Des examens spécifiques de phénomènes tels que la poussée des glaces sur le littoral et le transport de blocs rocheux par les glaces ont été effectués. Grâce à ces études, des observations uniques en leur genre du mécanisme de gel et de dégel des plages ont aidé à expliquer la préservation de structures inhabituelles dans les séquences stratigraphiques.



Echancrures typiques à plages de galets, d'environ 200 à 300 mètres de long, le long de la côte nord de la baie Paminlik au Labrador. Les échancrures qu'on voit sur cette photo aérienne sont séparées par des promontoires de roche solide. (IOB 4904-77)

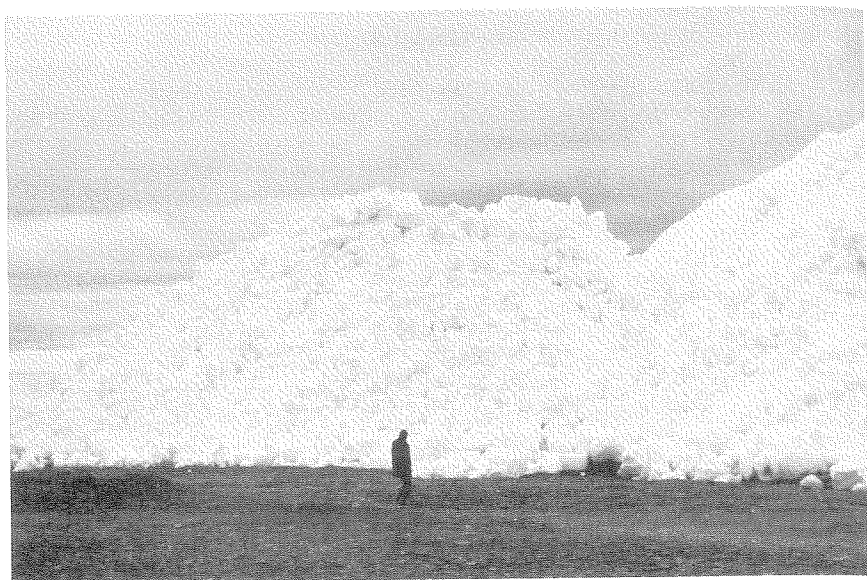
Côtes de l'île Baffin. En coopération avec PetroCanada et le Programme des marées noires de l'Arctique, une équipe de sédimentologues des côtes et de biologistes marins ont effectué des levés et mené à bien des programmes d'échantillonnage sur les côtes orientales de l'île Devon et de l'île Baffin en vue d'évaluer la sensibilité de ces côtes pleines de glaces aux marées noires. Cette vaste zone de littoral contient des milieux variés, allant des baies à grandes marées situées le long du détroit d'Hudson aux côtes à fjords à relief accentué du centre de l'île Baffin et aux pénéplaines côtières nues et couvertes de glace de l'île Devon.

De même que pour les côtes du Labrador, les phénomènes qui ont une influence prédominante sur ces côtes sont les phénomènes liés aux glaces. Les changements récents et rapides du niveau relatif de la mer le long de ces côtes ont rendu le travail d'interprétation des effets des divers phénomènes difficile parce que les phénomènes perçus peuvent n'être plus actifs.



Sonographe d'affouillements glaciaires sur le sol de la mer de Beaufort. Un affouillement glaciaire récent traverse la figure de bas en haut près de la marque de 700 mètres. (IOB 5156)

Îles arctiques. En raison de la découverte de réserves importantes d'hydrocarbures gazeux dans la région du bassin de Sverdrup, dans les îles arctiques centrales, l'Agence de développement des transports a financé des études de la géomorphologie côtière de zones-clés où pourraient être construits des ports pour le gaz naturel liquéfié. Les littoraux de beaucoup de ces îles sont constamment en contact avec les glaces; même dans les régions où la couverture de glace n'est pas permanente, les effets hydrodynamiques sont atténués de sorte que les taux 'normaux' de changement des caractères des plages sont très réduits, par rapport aux régions tempérées ou subarctiques.



Cette glace fixe, sur l'île de Somerset dans les Territoires du nord ouest, protège le haut de la plage de l'érosion. (avec la permission de la Commission géologique du Canada)

Mer de Beaufort. Le potentiel de la région de la mer de Beaufort en pétrole et en gaz a suscité toute une activité d'exploration. Un des dangers connus pour les opérations de forage et pour d'éventuelles installations de production est celui de l'affouillement glaciaire sur le fond de la mer. Des levés de géologie marine effectués dans le sud-est de la mer de Beaufort et le golfe d'Amundsen se sont particulièrement attachés à déceler la présence d'affouillement glaciaire, et ont noté spécialement les zones où l'on constate une densité élevée d'affouillement. En plus de ces renseignements, ces mêmes levés ont aidé à situer l'emplacement de dépôts d'agrégat dont on pourrait se servir pour construire des îles artificielles supplémentaires pour les forages d'exploration d'Imperial Oil.

Conférence du littoral. Le personnel de la sous-division a organisé en mai 1977 une conférence sur les littoraux du Canada. Cette conférence a réuni plus de 100 chercheurs canadiens participant à des études des côtes du Canada. Ceux-ci ont présenté des rapports traitant des divers problèmes de classification des types de littoral, des phénomènes hydrodynamiques, des effets des glaces, de l'érosion et de la sédimentation. Des études représentatives des recherches menées dans les quatre grandes régions géographiques côtières du Canada: Atlantique, Arctique, Grands Lacs et Pacifique, ont été présentées à cette réunion.

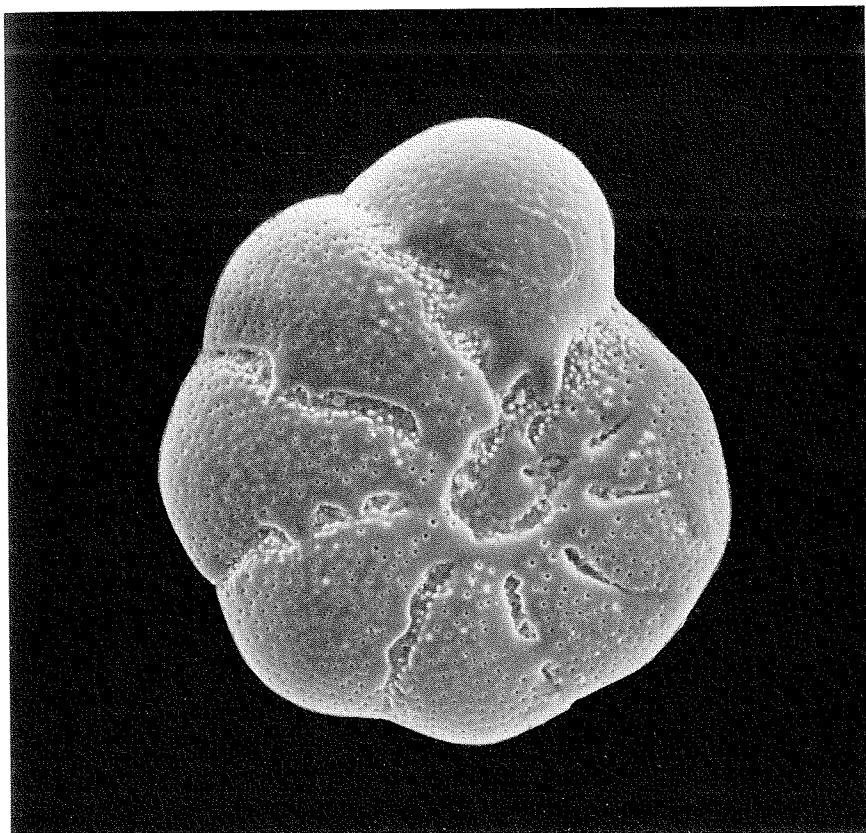
Paléo-écologie

Les restes fossiles de foraminifères et de mollusques fournissent des indications très utiles sur les conditions de milieu dans le passé. Les groupements de ces animaux, tels qu'on peut les étudier dans les carottes de sédiments postérieurs au pléistocène, grâce à des techniques de datation très

précises, permettent d'évaluer les conditions paléo-océanographiques et, dans certains cas, de détecter l'influence de l'homme dans certains changements.

Paléo-océanographie. Deux régions très différentes de l'océan ont été étudiées pour déterminer quelles étaient les conditions océanographiques dans le passé. L'une des deux, le plateau continental du Labrador, est à l'étude depuis plusieurs années dans le cadre des études de la mer du Labrador. L'autre zone, le plateau du Pérou, a été mise à l'étude dans le cadre de l'étude internationale des problèmes liés au déclin de la pêche d'anchois péruvienne, financée par l'ACDI (Agence canadienne pour le développement international).

Les carottes de sédiments du plateau du Labrador contenaient des espèces de foraminifères et de pollen, qui ont révélé qu'il y a 21.000 ans la région était déjà libre de glaces d'été. Ceci est surprenant car les études précédentes avaient conclu qu'il y avait à cette époque des glaces très étendues dans la mer du Labrador. Il semble maintenant que les plaques de glace continentales du Labrador ne s'étendaient pas très loin sur le plateau.



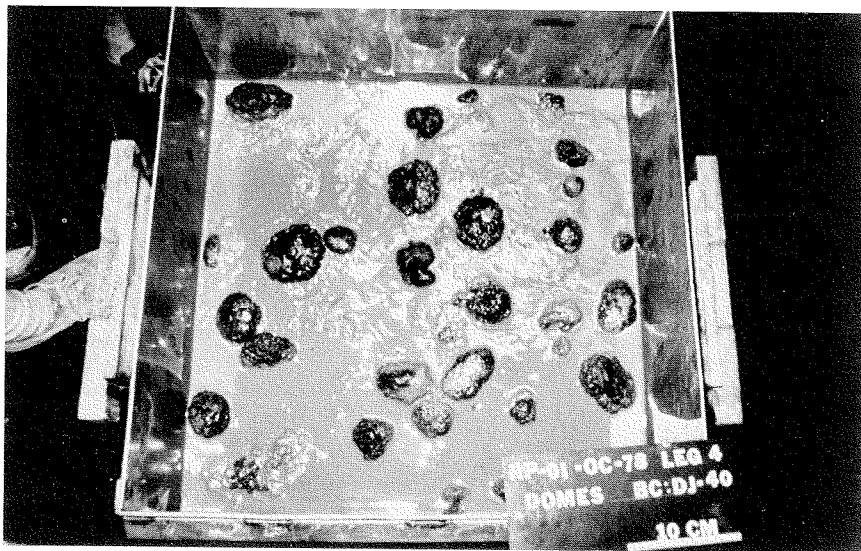
Photographie au microscope électronique d'un foraminifère benthique, *Elphidium clavatum*, grossi 240 fois. On trouve beaucoup de ces protozoaires dans les sédiments glaciaires récents du plateau du Labrador.

Les analyses préliminaires des carottes prélevées sur le plateau péruvien ont déjà révélé que ces sédiments contiennent des groupements de fossiles de foraminifères correspondant à des climats plus froids que le climat actuel. Des datations fermes seront nécessaires pour s'assurer que ces périodes plus froides coïncident avec les fluctuations de la population d'anchois.

Analyses de milieu - La pente de Terre-Neuve. La pente du plateau continental du sud-est de Terre-Neuve présente des caractères singuliers qu'on ne retrouve pas sur les autres pentes bordant le continent nord-américain. Contrairement aux pentes raides où les sédiments se dispersent vers le bas, il semble que sur le rebord en pente douce de Terre-Neuve la dispersion se fasse le long de la pente, sous l'influence principalement du courant sous-marin. On a distingué quatre principaux milieux sédimentaires: (1) la pente supérieure, balayée par le courant du Labrador; (2) la pente moyenne dominée par de faibles vitesses de courant; (3) la pente inférieure; et (4) le glacis précontinental. Ces deux dernières zones sont balayées par le Courant de limite occidentale sous-marin.

L'analyse du composant gravier des sédiments de la pente et du glacis de Terre-Neuve a révélé la présence de gaines de ferromanganèse sur les éléments clastiques sous-jacents au noyau à écoulement rapide du courant sous-marin de limite occidentale, à une profondeur de 2.800 mètres. Les données préliminaires donnent à penser que ces gaines se sont formées au cours des derniers 5.000 à 6.000 ans, dans des conditions similaires à celles que requièrent les champs de nodules des grandes profondeurs.

Extraction minière dans les grandes profondeurs. Une étude des effets de l'extraction expérimentale des nodules de ferromanganèse de l'Océan Pacifique



Les nodules de manganèse, pierres de la taille d'un ballon de baseball, composés principalement d'oxydes et d'hydroxydes de fer et de manganèse, contiennent souvent un à deux pour cent de cuivre, de nickel et de cobalt. Dans la carotte de forme carée ci-dessus, on voit la répartition typique des nodules sur le sol de l'océan, dans des argiles rouges non dérangées. (IOB 5146)

a été entreprise en coopération avec le Laboratoire du milieu marin du Pacifique, de l'Administration océanique et atmosphérique nationale (NOAA), de Seattle dans l'Etat de Washington. Une expédition sur le USS *Oceanographer* a eu lieu dans la région du Pacifique central où se trouve une ceinture de hautes concentrations de nodules de manganèse, dans le cadre du Programme de relevés environnementaux d'extraction minière dans les grandes profondeurs du gouvernement américain. L'observation et l'étude faites par les chercheurs canadiens faisaient partie de la dernière phase d'un programme à quatre phases; il s'agissait d'échantillonner et de photographier le sol de l'océan dans la zone où l'extraction expérimentale avait eu lieu. En plus de l'expérience d'échantillonnage précis de sédiments de grandes profondeurs ainsi acquise, la sous-division a aussi conservé des échantillons en vue d'études géotechniques et d'un examen des foraminifères des argiles rouges du Pacifique équatorial.

Géochronologie des événements récents. Au cours de ces dernières années plusieurs expériences ont été entreprises pour déterminer si les techniques de datation absolue à l'aide de l'isotope ^{210}Pb dans les sédiments marins de l'époque récente pourraient être mises en corrélation avec les groupements fossiles de foraminifères. Cette méthode a été appliquée en particulier à des études qui se poursuivent dans la baie Miramichi et dans le fjord supérieur du Saguenay. Ces méthodes ont permis d'identifier le matériel sédimentaire et de le répartir en zones que l'on peut reconnaître comme représentant des décennies de sédimentation. Dans le fjord Saguenay les sédiments qui n'ont pas été dérangés par une activité biologique ont pu même être divisés en couches minces représentant les variations saisonnières de la décharge du fleuve au cours de la dernière décennie.

Géochimie

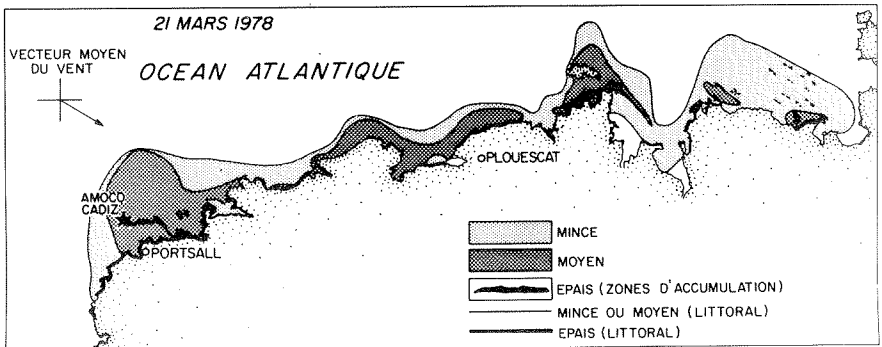
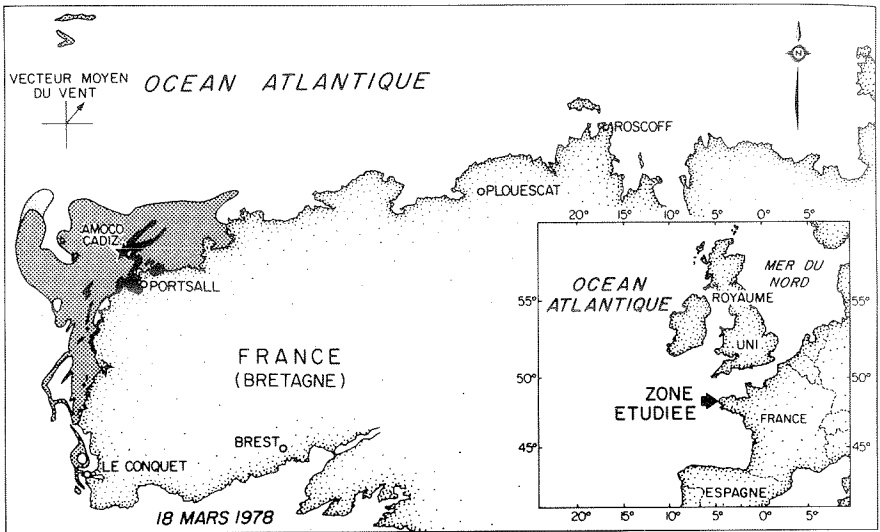
La géochimie des composés organiques naturels des sédiments marins de l'époque récente ainsi que la présence et la nature des hydrocarbures que l'on trouve dans les sédiments anciens profondément enfouis sous le plateau continental, sont parmi les objets de la recherche du spécialiste de géochimie organique; tandis que la concentration, les moyens de transport et le mécanisme d'accumulation des métaux à l'état de traces dans les milieux marins sont du domaine du spécialiste de la géochimie inorganique.

Géochimie des hydrocarbures. Durant la période de pointe de l'exploration des plateaux continentaux de la côte est par les sociétés pétrolières, des échantillons de couches sédimentaires ont été fournis au laboratoire de géochimie organique pour y être analysés. Ces données ont maintenant été interprétées et sont en cours de publication dans une série d'articles qui examinent les différences régionales entre les hydrocarbures présents sur le plateau Scotian, le plateau du Labrador et les Grands Bancs.

Les bassins du plateau Scotian contiennent suffisamment de matière organique pour engendrer des accumulations importantes d'hydrocarbures, mais les sections épaisses se sont avérées n'être qu'à peine mûres, d'où une évaluation décevante sur le plan économique. Les analyses détaillées du type de matière organique et des hydrocarbures lourds et légers, montrent qu'il y a un manque de maturité thermique parce que le matériau d'origine est en grande partie de provenance terrestre (demandant par conséquent des températures plus élevées pendant plus longtemps) et parce que les températures profondes actuelles sont les plus hautes qui aient été atteintes et n'ont pu engendrer de pétroles que dans le passé géologique relativement récent.

Les roches du plateau du Labrador contiennent aussi beaucoup de matière organique. Dans la partie septentrionale du plateau du Labrador, beaucoup de sections épaisses contenaient de grandes concentrations de gaz, mais dans la partie sud les couches contenaient de la matière organique, qui semblait être au-dessous du niveau de maturité nécessaire pour produire du pétrole. Ce manque de maturité et la tendance de la région à produire du gaz semblent être dus à l'accumulation de matériaux en grande partie terrestres, qui nécessitent une histoire diagénétique plus longue pour produire du pétrole.

Géochimie inorganique. On s'est particulièrement attaché à faire des recherches qui aideront à définir les mécanismes de migration des métaux dans les systèmes estuariens des fleuves, et à identifier des métaux indicateurs que l'on puisse utiliser pour déterminer les conditions passées et présentes d'oxydation. Dans le cadre de la grande étude interdisciplinaire du système de l'estuaire du Miramichi, on a fait des recherches détaillées pour déterminer comment des éléments spécifiques à l'état de traces ont été transportés par des sédiments en particules en suspension - en solution ou faisant partie d'un



Etendue de la contamination pétrolière provenant de l'épave de l'Amoco Cadiz, un jour (en haut) et trois jours (en bas) après le début de la marée noire. Les vents du nord et de l'ouest ont contribué à la grave contamination de la côte.

complexe organique. Ces études, qui seront bientôt terminées, ont montré que l'érosion naturelle, les activités minières et certaines activités industrielles spécifiques sont les sources d'apports métalliques.

Les états oxydés +3 et +6 du chrome, en provenance de plusieurs milieux côtiers et pélagiques du Pacifique nord et du Pacifique central, ont été analysés avec succès. On a montré que la proportion relative de ces deux états d'oxydation est liée au potentiel de réduction-oxydation ou à l'activité biologique de la masse d'eau. Il semble maintenant que certains organismes fixent le chrome sous forme de Cr^{+3} et libèrent peut-être ensuite le métal sous cette forme lorsqu'ils meurent et se décomposent au fond ou près du fond de la mer.

Etudes interdisciplinaires

Baie et estuaire du Miramichi. La grande étude interdisciplinaire de ces deux dernières années a été l'étude environnementale de la baie et de l'estuaire du Miramichi sur la côte est du Nouveau Brunswick. Cette étude a fait participer toutes les disciplines de la sous-division à un examen coopératif de l'océanographie physique et hydrologique du système ainsi que de sa sédimentologie, de sa géochimie et de sa paléo-écologie. Grâce à des programmes de surveillance saisonnière et à un échantillonnage extensif, il est maintenant possible de construire des modèles prédictifs des flux de sédiments entre le fleuve, l'estuaire et la baie. La connaissance de ces flux est importante parce qu'elle permettra d'estimer l'effet des décharges de solides en suspension et des constituants chimiques qui leur sont associés. De tels modèles prédictifs sont nécessaires à une bonne gestion des grands systèmes estuariens, comme celui du Miramichi.

Immersion de déchets dans l'océan. Au cours de deux dernières années la sous-division a examiné plus de 250 demandes de permis d'immersion de déchets dans l'océan. Ces demandes, que requiert la Loi sur l'Immersion des déchets en mer, donnent des renseignements sur la nature sédimentaire et géochimique des déversements. Ces renseignements sont maintenant en voie de constituer un corps de données très utile sur les types de sédiments, les motifs de dragage et la stabilité des sites d'immersion. Quelques études spécifiques de sites d'immersion fréquemment utilisés ont maintenant été entreprises afin de déterminer les effets possibles à long terme sur l'environnement.

Marée noire de l'Amoco Cadiz. Lorsque le superpétrolier *Amoco Cadiz* s'est échoué sur la côte de Bretagne en mars 1978, une équipe de chercheurs spécialisés de l'IOB a rapidement été formée et est allée visiter les lieux et faire des observations sur les effets de cette marée noire. Cette équipe comprenait trois géologues, un chimiste, un biologiste et un toxicologue, et leur but était d'évaluer les effets du pétrole sur une côte qui rappelle à beaucoup d'égards celle de la Nouvelle Ecosse.

Les dommages causés par la décharge de 220.000 tonnes de pétrole brut étaient considérables: plus de 300 kilomètres de littoral ont été contaminés, ce qui a entraîné des mortalités élevées de coquillages et d'oiseaux de mer, et a eu des conséquences graves pour l'industrie touristique de la région.

La plupart des plages sableuses étaient envahies de 'mousse au chocolat', sorte d'émulsion d'eau dans le pétrole. Plusieurs couches de pétrole ont

fréquemment été trouvées enfouies dans le sable parce que les nappes de pétrole étaient arrivées au rivage à différents stades des cycles de marée de vives eaux et de mortes eaux, alors que les profils des plages étaient modifiés par le mouvement du sable vers la côte et vers le large. Des études continues ont été entreprises pour mesurer le taux de rétablissement des zones littorales à mesure que le pétrole est enlevé par des phénomènes mécaniques et qu'il se dégrade.

Activités de soutien

Le principal rôle de la sous-division est de fournir les moyens et l'aide nécessaires aux activités de CGA sur le terrain. Les membres du personnel ont passé plus de 15% de leur temps sur le terrain. Tant au laboratoire que sur le terrain ils ont entretenu, étalonné et fait fonctionner le matériel et les instruments, et ils ont récolté, traité et emmagasiné les échantillons géologiques et les échantillons prélevés sur le terrain. Un autre aspect de leur travail est la mise au point de systèmes et d'appareils destinés à accroître l'efficacité et les possibilités des projets du CGA.

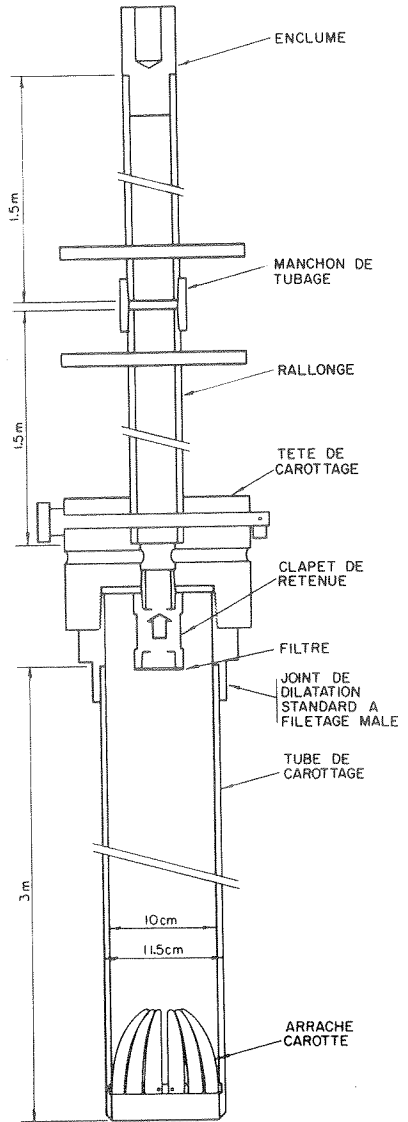
Au cours des trois dernières années, mais plus particulièrement en 1978, la sous-division a été chargée de coordonner les demandes d'espace et d'installations du CGA dans le cadre du grand programme d'expansion des bâtiments de l'IOB (décrit à la section F). Grâce à ce programme la Direction de la gestion et de la conservation des ressources et le CGA sont maintenant logés ensemble dans une nouvelle partie du complexe de l'IOB, qui comprend de grandes installations nouvelles pour la conservation des échantillons géologiques, des laboratoires et des bureaux pour tout le personnel. Ceci devrait accroître l'efficacité du Centre et faciliter les communications directes entre tous les membres du personnel. On trouvera ci-après une description de quelques-unes de nos autres activités.

Fonctionnement et entretien des instruments

En février 1977 la sous-division a apporté son appui à un grand projet sur le terrain dans l'estuaire du Miramichi au Nouveau Brunswick qui consistait en un programme complet de levé et d'échantillonnage géologique, effectué à partir de la surface de la glace. Ceci a exigé la construction de stations portatives, qui étaient remorquées sur la glace d'un site de levé à l'autre. Un carottier à vibrations portatif a été construit pour prélever des carottes d'échantillons du fond à travers la glace.

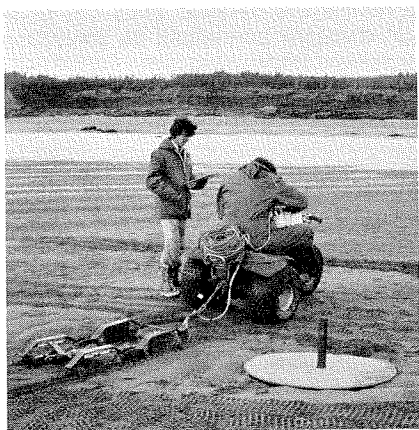
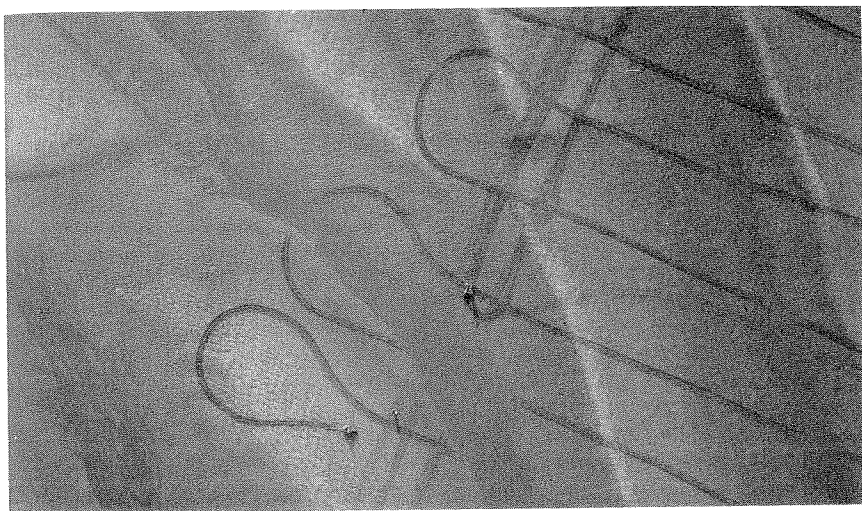
Au cours de l'automne 1977, le CGA a fait une étude de transport des sédiments au large d'Economy Point, dans la région du bassin des Mines en Nouvelle Ecosse, en utilisant comme traceurs des isotopes radioactifs. Le bassin des Mines fait partie du système de la baie de Fundy, dont les grandes marées rendent le travail très difficile du point de vue pratique. Des hélicoptères ont été utilisés pour le transport et l'installation des courantomètres, et des véhicules tous terrains pour placer les traceurs radioactifs sur des bancs de sable à marée basse, et pour transporter le matériel de surveillance pendant les nombreux levés faits dans la région pour déterminer le transport des traceurs. Les grandes marées et les vastes étendues de vase ont exigé la mise au point et l'emploi de nombreuses techniques nouvelles pour pouvoir mener ce projet à bien efficacement et dans de bonnes conditions de sécurité.

Au cours de l'été 77 et de l'été 78, le CSS *Hudson* a été armé pour entreprendre un grand levé géophysique et géologique des zones du plateau continental de l'île Baffin situées au large de l'anse de Scott, du cap Dyer, du détroit de Cumberland et de la baie Frobisher. Ceci a demandé une coordination détaillée des besoins d'espace et de matériel avec le personnel



Le portavibe est un appareil que l'on monte sur une plate-forme de glace et qui sert à carotter les sédiments qui sont sous l'eau à 30 mètres ou moins. (IOB 4272-3, 4272-5 et 4347)

des autres divisions de recherche de l'Institut qui devaient effectuer des recherches d'océanographie physique, biologique ou chimique dans des zones adjacentes ou similaires de l'Arctique oriental. Etant donné l'énorme quantité de matériel d'échantillonnage, de levé et d'analyse dont il s'agissait, cette opération a exigé un effort considérable de la part de tout le personnel de la sous-division.



En haut: banc de sable dans le bassin des Mines en Nouvelle Ecosse, photographié par un appareil photo porté par un ballon captif, sur laquelle on voit la forme de levé employée pour les études de traceurs radioactifs. En bas à gauche: véhicule de levé et marqueur sur le banc. En bas à droite: le traceur radioactif est placé sur le banc de sable.

Le 1er avril 1978 le personnel chargé de s'occuper du matériel destiné au travail sur le terrain et aux grands relevés sismiques a été transféré à la sous-division de Reconnaissance régionale, en ce qui concerne la supervision quotidienne.

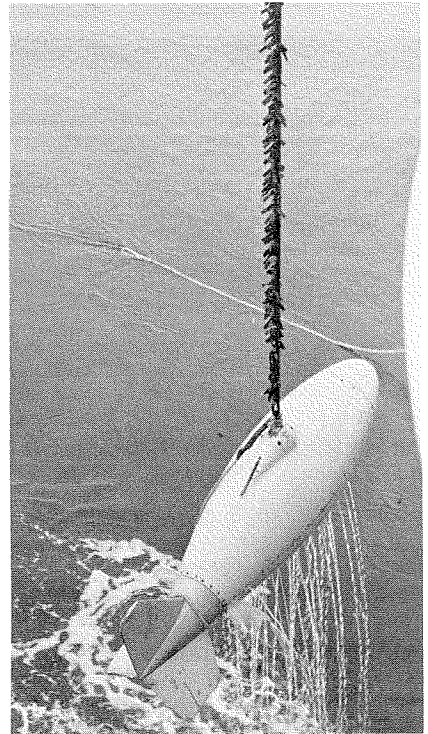
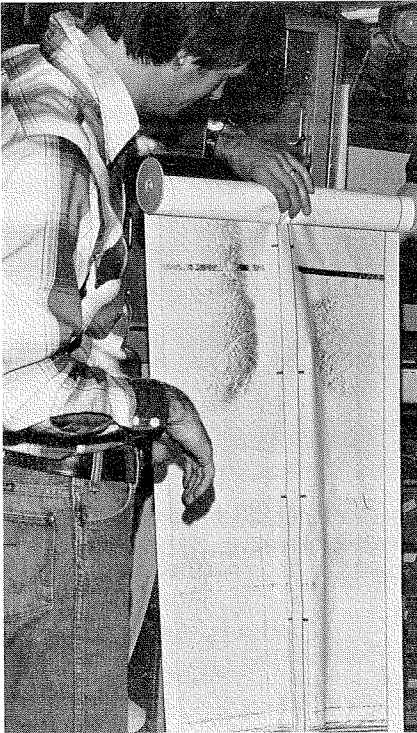
Systemes de données

La sous-division a conclu en 1978, au nom du CGA, un accord avec le Centre national américain de données géophysiques et solaires-terrestres de Boulder au Colorado, pour l'échange mutuel de données de géologie marine. Nous avons déjà reçu certaines données sismiques et nous enverrons prochainement nos données de pesanteur et de magnétisme.

Un accord a aussi été conclu avec le bureau de la côte Est de la Direction de la gestion et de la conservation des ressources, en vue de rassembler en une seule installation commune, à l'Institut, nos installations de préservation des échantillons géologiques. Cette nouvelle installation a 3.688 mètres cubes d'emmagasinage à sec et 184 mètres cubes d'espace réfrigéré pour l'emmagasinage des échantillons marins récents. L'inventaire compte maintenant des échantillons prélevés à 4.600 emplacements, mais surtout dans l'Atlantique nord et l'Arctique est. On s'efforce actuellement d'améliorer le traitement des données provenant de l'analyse des échantillons, et il est prévu que, lorsque l'Institut acquérera un nouvel ordinateur au début de 1979, le CGA aura de meilleurs terminaux. Nous commençons aussi à mettre en oeuvre nos plans de développement d'un nouveau système de préservation et de récupération des données géophysiques (*GEOFFREY*), destiné à remplacer notre système actuel maintenant vieux de dix ans (*GEOFILE*).

Innovations techniques

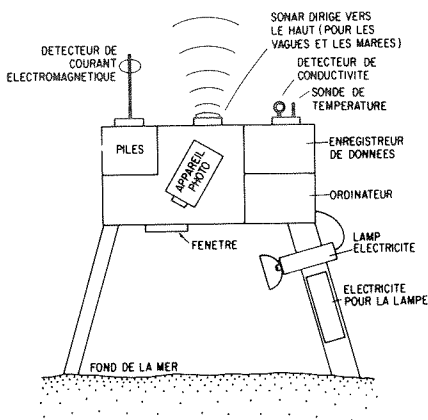
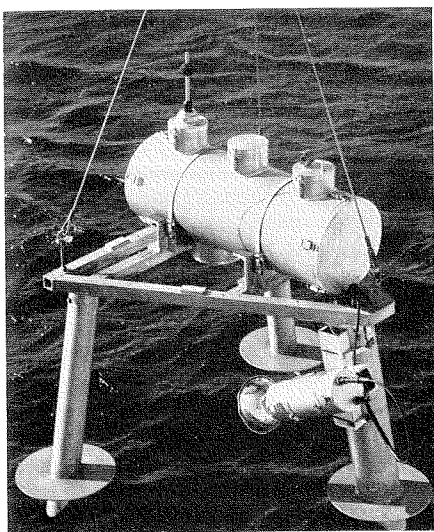
Le principal projet entrepris par notre section au cours des deux dernières années a été la mise au point et la construction des séismomètres de fond (OBS: ocean bottom seismometers). Quatre instruments ont été construits d'après un modèle originellement conçu à l'Université d'Hawai, mais que nous avons modifié. Nous avons mis au point un dispositif permettant de libérer les



A gauche: enregistrement de levé au sonar à balayage transversal, montrant les changements du sol de la mer relevés sur une voie de 1500 mètres de large. A droite: récupération du système sonar à balayage transversal. (IOB 4978-10-8 et 5007-7-3)

pois d'ancre et de laisser l'appareil flotter à la surface. Il s'agit d'une chambre à vide qui retient ensemble l'ancre et l'appareil; en rompant le vide, on libère l'ancre. La chambre à vide fait passer les vibrations sismiques du fond de l'océan dans l'appareil et ce système a en outre l'avantage que toutes les parties délicates sont dans le vide au lieu d'être comme d'habitude dans le milieu corrosif à haute pression du fond de l'océan.

Une autre innovation est l'emploi d'un tout petit microordinateur à faible consommation d'énergie, pour servir de chronomètre et de contrôle au sismomètre de fond. Ses avantages sont sa petite taille, sa faible consommation et surtout le fait qu'il peut être modifié très facilement pour accomplir différentes tâches. Remplacer les programmes de cet ordinateur est beaucoup plus facile et plus rapide que de changer le circuit d'un chronomètre digital ordinaire pour contrôler par exemple un 'pinger'. La première année (1977), nous avons mis l'appareil à l'eau dix fois et avons eu deux pertes. Les huit appareils récupérés fonctionnaient tous bien et fournissaient des données utiles. Une partie de ce travail a été accomplie à bord du navire allemand FS Meteor sur l'arrête Reykjanes. Au début de 1978 plusieurs autres instruments ont été construits et, à la fin de 1978, 17 mises à l'eau sur 19 avaient été couronnées de succès.



Cet appareil autonome monté sur le fond (appelé RALPH) sert à surveiller les transports de sédiments sur le sol de l'océan. (IOB 5162-4 et 5123)

Ces appareils constituent un nouvel outil utile pour les géophysiciens marins dans leur étude des détails de l'écorce terrestre, notamment parce qu'il permet d'enregistrer les ondes de surface et qu'il est beaucoup plus sensible que les bouées à sonar utilisées précédemment, ce qui veut dire qu'on peut utiliser des charges d'explosif beaucoup plus faibles.

Le système de balayage latéral de l'IOB a été mis à jour et revu au cours de l'hiver 1977-78 et de bons résultats de levés ont été obtenus au cours des trois

expéditions de 1978. On prévoit maintenant de la modifier pour pouvoir l'utiliser pour faire des levés à des profondeurs de plus de 230 mètres, dans l'Arctique, à partir de 1980.

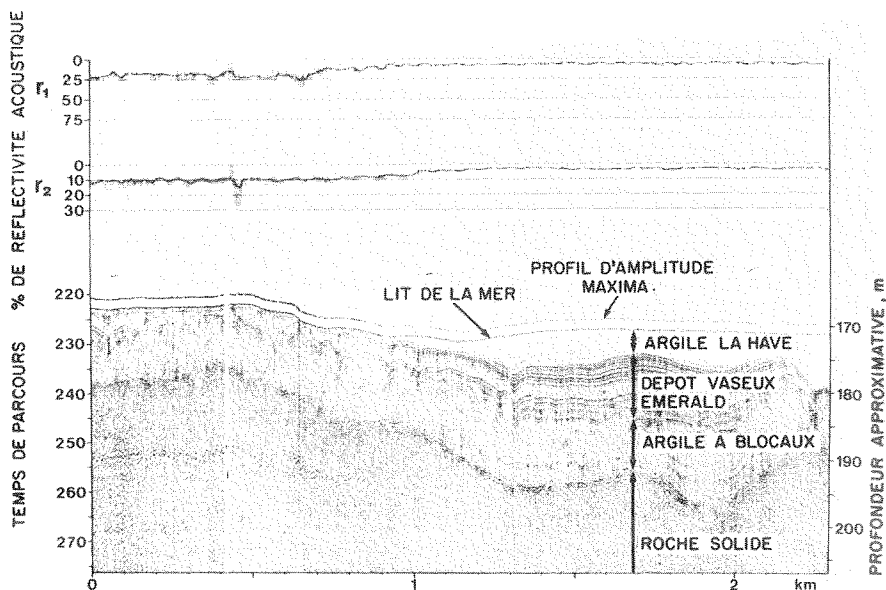
Un système autonome de surveillance du milieu, monté sur le fond, (nommé RALPH) a été conçu et partiellement construit, en vue d'enregistrer numériquement et photographiquement les paramètres du milieu du sol de l'océan pendant les longues durées qui sont importantes pour l'étude du transport des sédiments marins. Le prototype sera essayé sur le terrain en 1979.

Reconnaissance régionale

Le principal objectif de la sous-division est de connaître l'histoire ancienne et récente du développement de la bordure continentale du Canada oriental. Les principaux moyens de parvenir à ce but sont l'interprétation des données recueillies au cours des levés géoscientifiques régionaux de la bordure et le développement de nouvelles techniques et de nouvelles méthodes visant à accroître la portée et l'efficacité de ces levés. Les levés géologiques et géophysiques systématiques de la bordure permettent d'établir les cartes géoscientifiques de base, qui sont ensuite complétées par des études régionales dans les zones océaniques adjacentes et qui mènent à des analyses et des synthèses régionales concernant le développement géologique de la zone en question. Nos activités sont subdivisées en fonction de l'étendue de notre cartographie d'une part en profondeur (géologie de surface, géologie de la roche solide, et structure de l'écorce) et d'autre part sur le plan géographique (plateau Scotian, Grands Bancs, mer du Labrador, baie Baffin, océan Arctique). Nous nous efforçons de récolter des données régionales et de fournir des synthèses interprétatives pour toutes les profondeurs dans toutes les zones. Les principaux progrès réalisés au cours de la période passée en revue sont résumés ci-après.

Géologie de surface

SEABED est un projet quinquennal de recherche de la société Huntec ('70) Ltd, de Toronto, Ontario, financé par le gouvernement fédéral (Energie, Mines et Ressources, Pêches et Environnement et Conseil national de recherches) visant à mettre au point une méthode de télédétection des paramètres quantitatifs associés aux éléments sédimentaires de surface du sol de la mer. Huntec a mis au point un 'boomer' dont l'impulsion est éminemment reproductible, ce qui permet de faire une analyse quantitative de l'impulsion de retour et de la mettre en corrélation avec les propriétés du sol de la mer d'où l'impulsion a été réfléchi. Au cours de la période passé en revue dans le Rapport précédent (1975-76), les efforts avaient surtout porté sur l'ingénierie du système de remorquage en profondeur et sur son emploi comme outil sismostratigraphique à haute définition. Le traitement des données joue maintenant un rôle plus important et on s'efforce de mettre au point ce système comme outil lithostratigraphique. Deux analyses indépendantes des propriétés de dispersion et de réflexion du sol de la mer sont particulièrement satisfaisantes. Aux termes d'un sous-contrat avec SEABED, l'université Memorial de Terre-Neuve étudie les propriétés de dispersion du sol de la mer, en analysant la cohérence entre impulsions de retour successives. La cohérence entre impulsions successives réfléchies par le même élément géologique se groupe dans certaines parties d'un graphique dont les coordonnées sont l'intercorrélation et l'énergie cohérente réfléchi. Les propriétés de réflexion sont étudiées actuellement par SEABED à l'IOB. L'énergie réfléchi est mesurée dans deux intervalles de temps dans le premier mètre en-dessous du sol de la mer, et la réflectance acoustique calculée figure en profil continu le long de la coupe sismique. La réflectance est une fonction de l'élément géologique d'où provient la réflexion. Mais ni l'un ni l'autre de ces deux critères ne fournit d'identification de la taille des grains, et on essaie de trouver des corrélations supplémentaires entre les propriétés géologiques et les



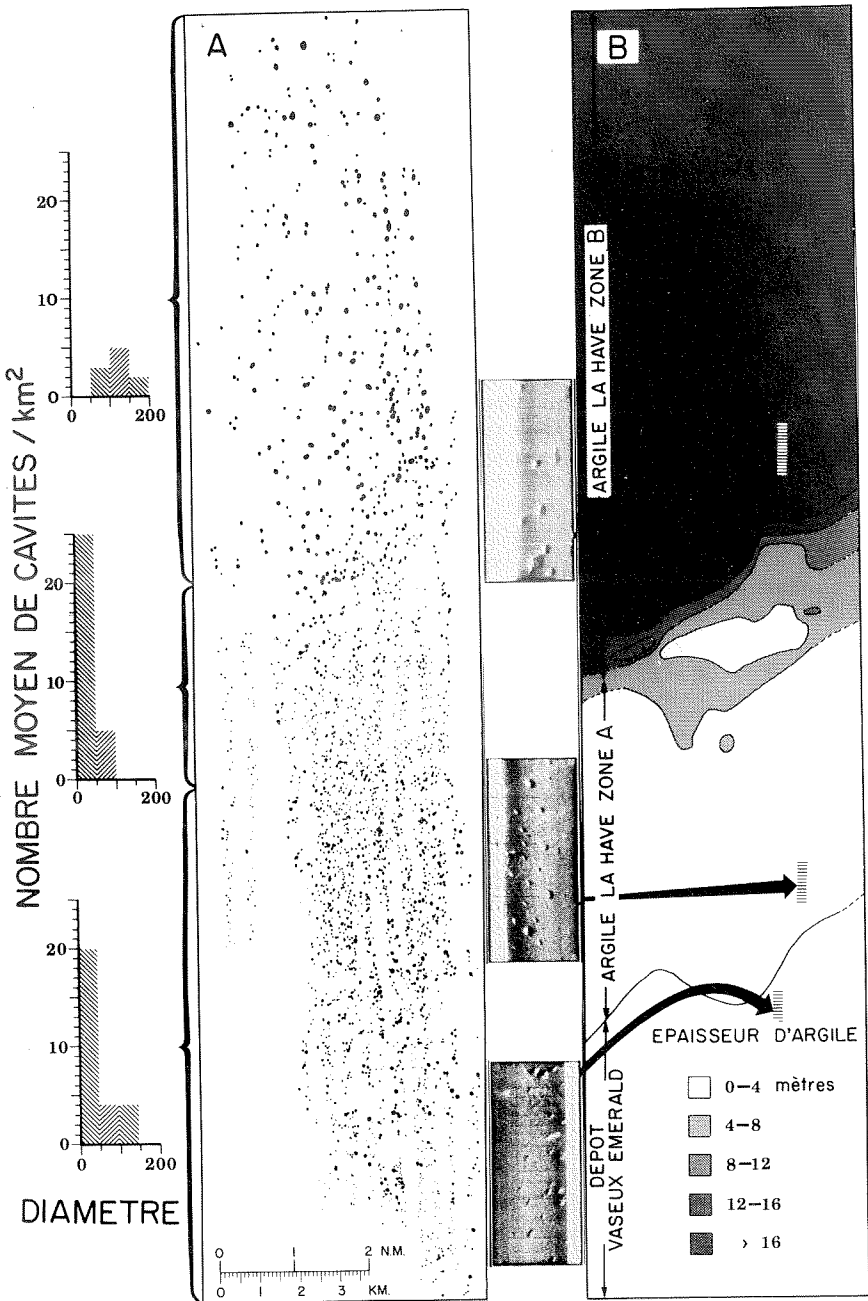
Le système sismique Hunttec, à définition élevée et remorqué en profondeur, donne des renseignements détaillés sur les sédiments de surface. La partie inférieure de cette figure est un profil d'une coupe de bassin typique du plateau Scotian; la partie supérieure est une quantification des données de profil du lit de la mer, où r_1 est une mesure de l'énergie réfléchie de manière cohérente par le lit de la mer et r_2 est une mesure de l'énergie dispersée par le mètre supérieur du lit de la mer. (IOB 5051)

propriétés de l'impulsion réfléchie déterminées quantitativement. On s'efforce donc de se procurer de meilleures références géologiques sous forme de longues carottes de sédiments, prélevées aux endroits où ont été récoltées de bonnes données de réflexion sismique, et permettant de déterminer des propriétés telles que le vecteur de vitesse acoustique, le coefficient de cisaillement, la densité, et la porosité des sédiments. Comme on espère que ce système à remorquage en profondeur sera utile aux entreprises commerciales qui cherchent à identifier des sites possibles d'emplacement de plate-formes de forage et de production d'hydrocarbures, la possibilité de connaître instantanément les propriétés des sédiments est un attribut important du système. On a donc commencé à construire des microprocesseurs destinés à faire des analyses immédiates de la réflectance. Une telle expérience sera précieuse lorsque la méthode sera plus perfectionnée et que des méthodes d'analyse plus discriminatoires auront été mises au point.

Du point de vue scientifique nous pensons que l'emploi du système à remorquage en profondeur réduira l'échantillonnage qui doit être fait à l'appui des levés sismiques à haute définition que nous avons traditionnellement effectués pour identifier les éléments géologiques de surface. Le système à remorquage en profondeur s'est avéré un outil stratigraphique efficace pour le travail de cartographie réalisé en 1977 et 1978 pour quatre régions principales: les Grands Bancs de Terre-Neuve, la plateau du nord-est de Terre-Neuve, le banc de Saglek (plateau nord du Labrador) et le plateau de l'île Baffin. Le travail en cours sur les Grands Bancs au sud de Terre-Neuve prolongera la couverture de notre série de cartes de surface, au-delà des régions déjà

MOSAÏQUE DE CAVITES

EPAISSEUR D'ARGILE



Mosaïque du sol de la mer tracée à partir des enregistrements à échelle corrigée d'un sonar à balayage transversal. Noter les trois zones de taille et de densité différentes des cavités, délimitées par les accolades, et leur corrélation avec l'épaisseur de l'argile. Les enregistrements du sonar à balayage transversal illustrent la taille et la répartition typiques des cavités que l'on trouve dans chacune des trois zones.

couvertes, à savoir la baie de Fundy, l'Est du golfe du Maine, le plateau Scotian et la baie Chedabouctou. Sur le plateau Scotian des données supplémentaires sur les moraines terminales et les 'stigmates' ont été obtenues au cours d'expéditions destinées à mettre au point le système de balayage latéral et le système Huntéc de remorquage en profondeur. On a constaté que les 'stigmates', qui sont des dépressions de forme conique causées par l'échappement de gaz des sédiments sous-jacents dans les sédiments non consolidés, témoignent d'une élongation et d'une certaine orientation, qui pourraient être dues à l'action de courants de fond. Les surfaces morainiques révèlent des sillons d'icebergs fossilisés bien préservés qui semblent dater d'il y a 19 ou 20.000 ans. Du côté opposé au glacier, les flancs de la moraine sont lardés de formation Emerald Silt, déposée en avant de la moraine. Bien qu'un certain nombre d'échantillons prélevés au carottier à piston comme étalons des enregistrements sismiques analogues en temps réel, provenant d'un levé au nord est de Terre-Neuve, aient permis d'établir une cartographie qualitative des éléments de surface, les données enregistrées sont de qualité suffisamment pauvre pour que l'analyse quantitative ultérieure soit limitée à des zones restreintes. Sur le banc Saglek, la section proche de la surface, contenant les blocs rocheux qui ont causé des problèmes pour les premiers forages de puits, ne contient pas beaucoup de stratification internes sur les enregistrements de remorquage en profondeur. Mais la force de l'écho renvoyé par une couche réfléchissante distincte à des profondeurs de plus de 50 mètres donne à penser qu'au moins dans certaines zones, la section proche de la surface laisse passer une quantité significative d'énergie acoustique. La recherche et la production à venir d'hydrocarbures sur le plateau du Labrador requièrent la connaissance de la répartition verticale et horizontale des sédiments de surface et de leurs modifications dans le temps. Tandis que le banc Hamilton, au large du Labrador méridional, était couvert d'une banquise échouée et a ensuite été modifié d'une manière qui reflète les changements intervenus dans la circulation de la mer du Labrador, l'existence de terrasses sur le bord du banc Saglek, du côté de la mer, témoigne de grands changements du niveau de la mer. Les transgressions associées à ces changements ont nivelé la plus grande partie de la surface du banc Saglek, faisant ainsi disparaître les signes géomorphiques de la glaciation sauf dans quelques bassins isolés du plateau. Les résultats du relevé des éléments de surface fait au large de l'île Baffin sont encore à compiler et il faudra aussi prélever des carottes de contrôle.

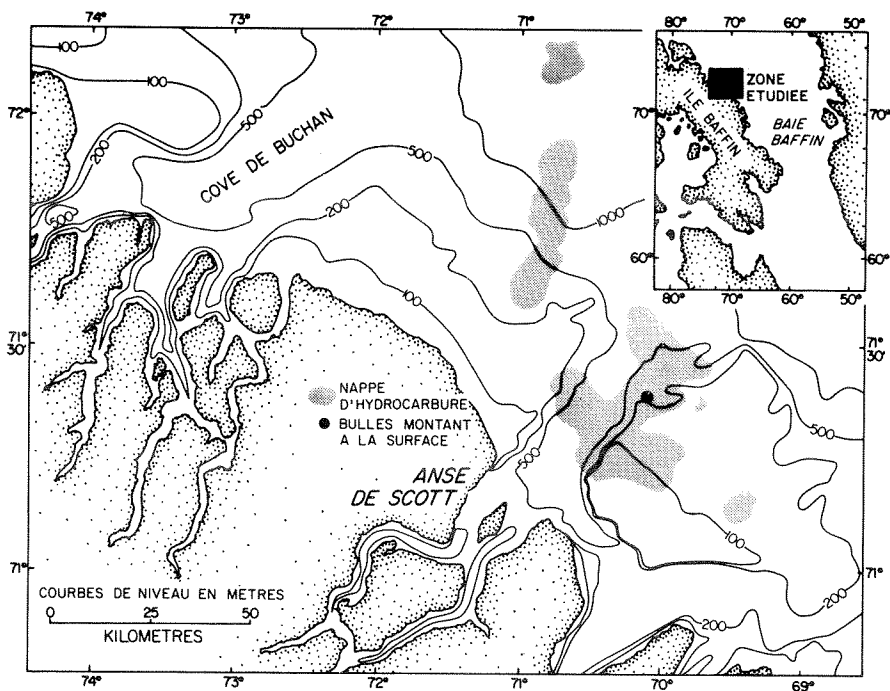
On a procédé à une analyse des carottes prélevées en profondeur dans le nord est de la mer du Labrador pour déterminer si dans le passé la configuration du courant de l'ouest du Groenland différait de la configuration actuelle. La corrélation entre les taux d'isotopes d'oxygène, les zones de cendres volcaniques et la microfaune, d'une carotte à l'autre, a fourni la chronologie nécessaire à ces recherches, jusqu'à environ 90.000 ans avant le présent. La chronologie stratigraphique mise au point pour la mer du Labrador septentrionale est identique à celle de l'océan ouvert pour la période de 18 à 80.000 ans avant le présent, ce qui indique que le courant de l'ouest du Groenland était actif pendant cette période.

Géologie de la roche solide

Le système Huntéc à remorquage en profondeur a aussi donné une impulsion nouvelle au programme de cartographie de la roche solide, parce que sa définition est suffisante pour définir les emplacements où la surface de la roche solide est suffisamment proche du sol de la mer pour pouvoir prélever des échantillons avec la foreuse de roche électrique de l'IOB, qui a une puissance

de pénétration maximum de six mètres. La cartographie de la roche solide a progressé dans trois régions: le centre des Grands Bancs, le nord est de Terre-Neuve et au large de l'île Baffin.

La cartographie séismostratigraphique des éléments géologiques du centre des Grands Bancs a été terminée en 1977 et des forages de confirmation ont été effectués. On a surtout étudié l'étendue de la couche cambro-ordovicienne sur une zone d'au moins 15.000 kilomètres carrés au large de la péninsule d'Avalon, en continuité avec la couche de l'île Bell dans la baie Conception. Une étude de la signification de cet élément est en cours. On a aussi obtenu des échantillons granitiques et volcaniques du cap Flamand, roches que d'après un échantillon prélevé antérieurement on pense être d'âge précambrien supérieur. Si les échantillons nouveaux et de meilleure qualité confirment cet âge, la corrélation entre les granites d'âge similaire de la zone d'Avalon à Terre-Neuve et ceux situés au bord extérieur du plateau continental à l'ouest de la Bretagne fixera des limites aux positions relatives des blocs continentaux avant l'ouverture de l'Atlantique actuel, et aussi à leur mouvement vertical relatif ultérieur.

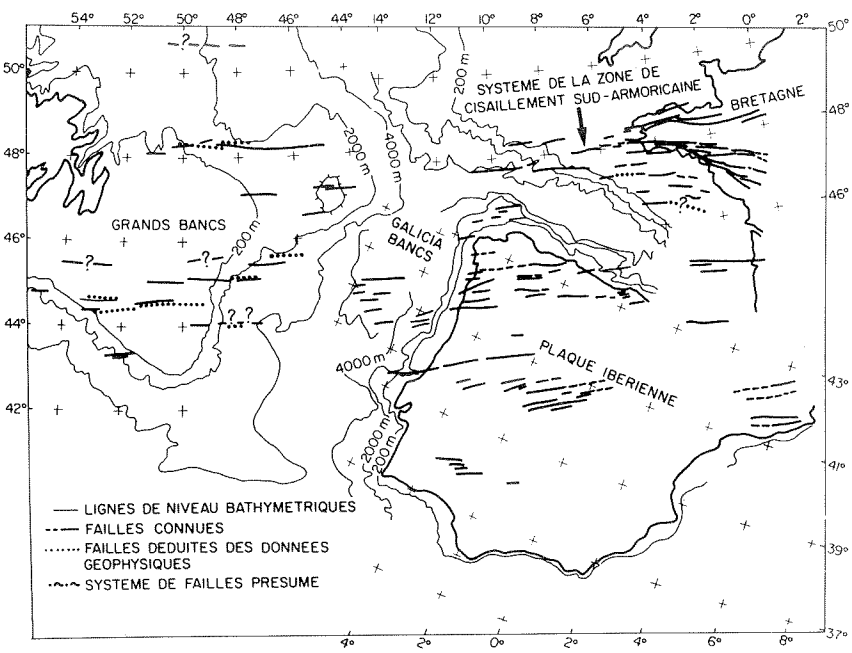


Emplacement des nappes de pétrole observées dans la région de l'anse de Scott. Voir photo de cette zone à la section A-1, division de l'océanographie chimique. (IOB 5168)

Au nord est de Terre-Neuve on a surtout étudié en 1978 la structure des éléments ultramafiques cartographiés au large. Ces éléments sont interprétés comme étant la source des tranches de roches ultramafiques transportées à Terre-Neuve à l'époque ordovicienne moyenne à partir d'un océan qui existait entre l'est et l'ouest de Terre-Neuve. On n'a pas obtenu de bons échantillons de l'élément ultramafique situé au large de l'ouest de Terre-Neuve mais la zone

ultramafique orientale (Gander) a été identifiée au large. L'interprétation des données magnétiques indique que les éléments ultramafiques occidentaux s'enfoncent vers l'est et une ligne de réfraction courte a été tirée pour confirmer ce fait et pour établir une comparaison avec les lignes de réfraction plus longues tirées plus loin au large, qui révèlent un enfoncement vers l'est de la zone ultramafique en profondeur. Tout indique que les éléments géologiques du centre de Terre-Neuve se dirigent vers le nord au large, ce qui implique qu'il y avait un grand tournant dans le système appalachien-calédonide avant l'ouverture de l'océan atlantique actuel.

La cartographie et l'échantillonnage des éléments de roche solide au sud est de l'île Baffin sont maintenant presque achevés. Les roches précambriennes qui affleurent sur l'île sont recouvertes de roches ordoviciennes qui affleurent au large dans un rayon d'environ 50 kilomètres le long de la côte. Bien qu'elles soient partiellement recouvertes de roches du cénozoïque récent, de bons échantillons de forage ont confirmé leur âge. La découverte la plus excitante a eu lieu plus loin au nord, à l'anse de Scott, où un suintement de pétrole avait été observé en 1976. La nappe découverte en 1977 avait au moins 40 kilomètres de long et pouvait avoir pour origine un suintement provenant des formations rocheuses qui affleurent sur les parois de l'auge sous-marine de l'anse de Scott. Les échantillons de cette couche sont extrêmement difficiles à obtenir, mais une concrétion calcaire de l'éocène récent a été obtenue en draguant à partir de la paroi de l'auge. Les recherches sur la source et la nature de ce suintement se poursuivent, en conjonction avec la division d'océanographie chimique du LOA.



Les zones de failles d'Espagne, du Portugal et de France peuvent être mises en corrélation avec les failles des Grands Bancs et donner un contrôle latitudinal des positions relatives de ces zones continentales avant la dérive continentale. (IOB 5122)

Levés géophysiques

Les levés à paramètres multiples, effectués en coopération avec la division d'Hydrographie du LOA, sont un programme continu destiné à obtenir une couverture hydrographique et géophysique des plateaux et bords continentaux de l'Est du Canada conforme à des normes adoptées au plan national. Les données sont publiées sous forme de cartes dans la série des Ressources naturelles du Service hydrographique canadien. Les données géophysiques sont très utilisées pour les interprétations géologiques régionales.

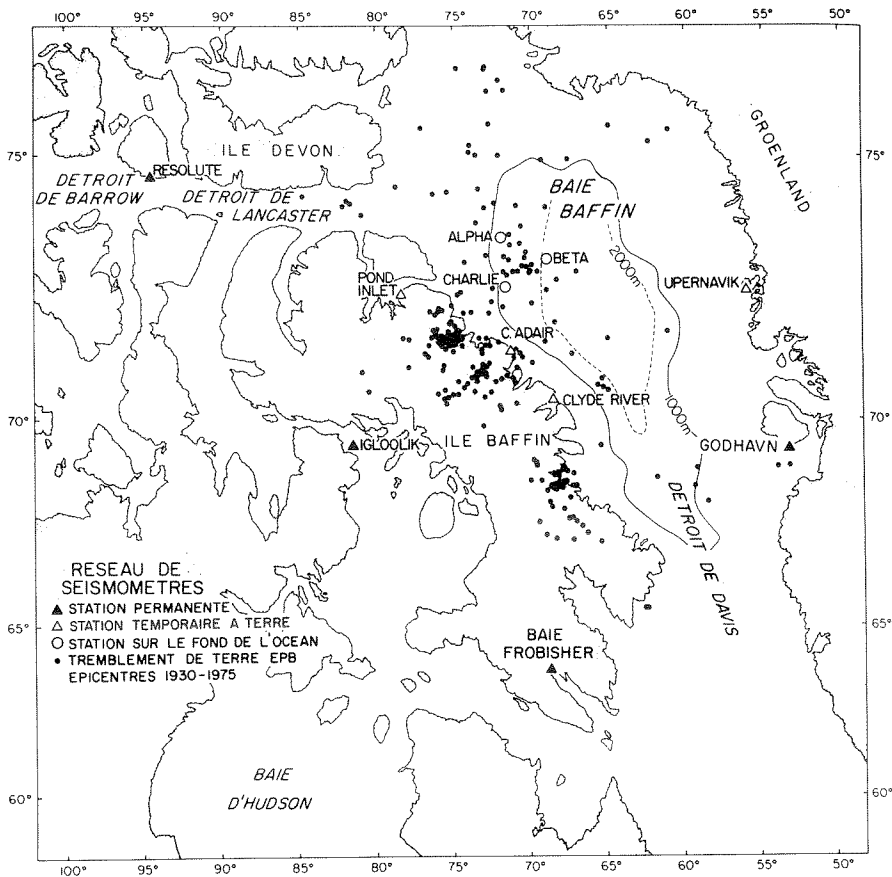
Au cours des deux dernières années on est passé d'une couverture régionale de la mer du Labrador à des travaux plus détaillés sur le plateau du Labrador. La collecte de ces données complète presque une couverture à intervalles de neuf kilomètres de données de bathymétrie, de pesanteur et de magnétisme le long de toute la bordure continentale entre la Queue des Bancs et le cap Chidley au nord du Labrador. Au sud de Terre-Neuve la couverture est moins détaillée mais a permis de définir des unités structurales et des zones de faille qui peuvent être mises en corrélation avec des zones équivalentes en Europe, fournissant ainsi un cadre pour la reconstruction paléogéographique. Un projet coopératif avec l'université de Rennes en France a permis d'identifier des repères des deux côtés de l'Atlantique, reliant la côte du Massachusetts à la Nouvelle Ecosse à l'Afrique du nord, les Grands Bancs à l'Ibérie et à la France et la bordure nord-est de Terre-Neuve à la bordure ouest de l'Irlande et de l'Ecosse. Ces limites allouées à la position relative des blocs continentaux immédiatement avant l'ouverture de l'océan atlantique doivent maintenant être conciliées avec l'évolution ultérieure de l'Atlantique et de la mer du Labrador telle qu'elle est révélée par leurs anomalies magnétiques linéaires, afin de reconstruire l'histoire des premiers temps de l'ouverture.

Au cours d'autres opérations la division d'Hydrographie a aussi recueilli des données de champ magnétique lorsque la collecte de données de pesanteur était soit superflue soit impraticable. Ces levés ont été effectués au voisinage de l'île d'Anticosti, du bassin Foxe et de la baie Ungava, complétant les données récoltées dans des zones adjacentes dans le cadre du programme fédéral-provincial de levés aéromagnétiques.

La mise au point d'une méthode interactive d'échanges graphiques sur écran cathodique pour le calcul des anomalies de pesanteur et de magnétisme constitue un bien meilleur moyen d'interpréter les données géophysiques. Dans la construction d'un modèle de structure, des pièces peuvent être définies et modifiées et leurs anomalies peuvent être calculées à l'aide d'un réticule qui sert à choisir certains ordres figurant sur l'écran cathodique et à désigner les pièces ou les points à l'intérieur de ces pièces auxquels ces instructions doivent être appliquées.

Bassins et bordures océaniques

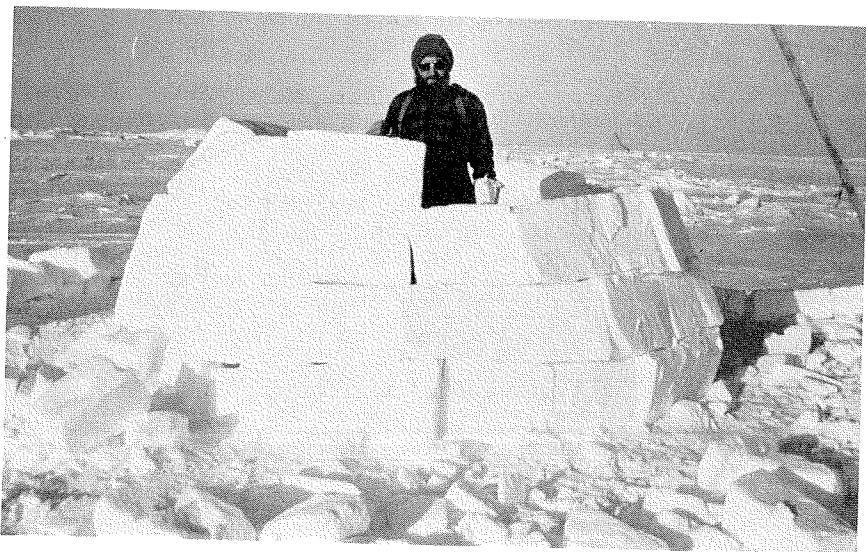
L'achèvement des relevés géophysiques régionaux de la mer du Labrador réalisés dans le cadre de l'opération de levés à paramètres multiples avec la division d'Hydrographie a permis d'interpréter l'histoire du développement de la mer du Labrador depuis son ouverture initiale il y a 85 millions d'années (pré-anomalie 32) jusqu'à son entrée en repos il y a 40 millions d'années (pré-anomalie 13). En 1977 l'Institut fédéral des Sciences de la terre et des Ressources naturelles de Hannover a effectué un levé de réflexion sismique à



Les tremblements de terre dans la baie Baffin ont été étudiés en septembre 1978 à l'aide de séismomètres de fond. (IOB 5132)

plusieurs voies et à grande échelle, et les chercheurs du CGA ont participé à son interprétation. On a préparé une coupe transversale sismique continue de la mer du Labrador, en liaison avec les puits d'exploration de la mer du Labrador, pour assurer un certain contrôle stratigraphique. Le coin sédimentaire épais en progradation sur le plateau du Labrador contraste nettement avec la mince section sédimentaire sus-jacente au socle très entaillé du bord du Groenland. Il y a en outre une asymétrie des anomalies géophysiques associées au bord. L'établissement d'un modèle des données de pesanteur révèle un épaississement soudain de l'écorce du bassin sédimentaire situé au-dessous du bord du plateau du Labrador, en direction de la terre. La nature de l'écorce en-dessous du bassin, et par conséquent la transition entre écorce océanique et écorce continentale, est encore mal connue. Un travail de réfraction est prévu pour examiner en détail les différences de nature entre la zone de transition au large du Labrador et la zone de transition au large de l'ouest du Groenland.

L'achèvement de la mise au point du séismomètre de fond a eu un effet considérable sur le travail sismique que comportent les recherches sur la structure profonde de l'écorce. La possibilité d'utiliser cet appareil facilement et avec succès a attiré davantage d'utilisateurs, ce qui a entraîné une demande accrue pour les moyens de lecture et d'interprétation, dont le développement a donc dû être accéléré. La prolifération d'autres modèles de séismomètres de fond mis au point par beaucoup d'autres institutions a aussi entraîné l'organisation d'un programme d'étalonnage et de comparaison auquel nous avons participé.



"Jusqu'ici ça va bien, vous autres. Mais comment est-ce que je mets un couvercle sur ce truc?" La construction d'igloos a été la principale distraction des chercheurs en mars 1978, dans le bassin Canada où ils démontrèrent pour la première fois que le séismomètre de fond pouvait être utilisé à travers la glace.

Le principal usage de notre séismomètre de fond a été de définir des sections "normales" de la bordure continentale dont les propriétés pourraient servir à classer les autres bordures. Des lignes de réfraction ont donc été obtenues en travers de la bordure déchirée de Nouvelle-Ecosse, de la bordure à mouvement transformant du sud des Grands Bancs et de la bordure anormale située au voisinage de Orphan Knoll. Une coupe transversale du bassin Orphan constitue la preuve décisive de la découverte d'une écorce continentale qui s'est enfoncée et a été amincie dans la transition entre continent typique et océan typique. L'histoire du développement de cette écorce transitionnelle est encore inconnue, mais la similarité entre la profondeur de 19 kilomètres pour atteindre le Moho dans le bassin Orphan et la profondeur de 23 kilomètres dans le passage Flamand, contrastant avec les grandes différences de distance entre le plateau et les fragments continentaux au bord extérieur de la zone de transition, n'est pas compatible avec un simple mécanisme d'élongation. L'évaluation des vitesses des ondes P (onde de compression) et S (onde de cisaillement) pour chacune de ces sections est encore en cours; elle servira à déterminer la nature physique de chacune des principales couches de l'écorce. Les résultats de nos recherches ont été comparés avec ceux concernant de nombreuses

autres bordures au cours d'une conférence internationale intitulée "Propriétés de l'écorce en travers des bordures passives"¹, organisée par le CGA et l'université Dalhousie et patronnée par la Commission interunion de géodynamique, la Commission de Géologie marine et le Conseil national de recherches du Canada. Cette conférence a été un grand succès: elle a constitué un lieu de rencontre sympathique où les problèmes communs ont été discutés et les interprétations ont été comparées.

La détermination de la structure de la bordure n'a de sens que si on peut en déduire l'histoire de son développement. Le mécanisme d'expansion du sol de la mer, qui ne peut être évalué que dans les bassins océaniques, impose certaines limites à ces phénomènes. Deux activités ont été consacrées à cette étude.

Les séismomètres de fond ont servi à étudier la structure de l'écorce dans la baie Baffin septentrionale, dans le cadre d'expériences réalisées conjointement avec la division de séismologie de la Direction de la Physique de la terre du Ministère de l'Energie, des Mines et des Ressources, dans lesquelles la sismicité sur la côte et au large a été étudiée grâce à un réseau de séismographes de fond et de séismographes installés temporairement à terre. Un autre projet, entrepris en coopération avec l'Office de recherche navale des Etats-Unis, nous a familiarisés avec les opérations arctiques; dans ce projet un séismomètre de fond a été mis en place à travers la glace dans le bassin Canada pour recevoir des signaux engendrés par des explosifs déposés par les fissures de la glace. Cette expérience devrait aider à mener à bien les opérations sur l'arête de Nansen prévues pour 1979. Ces résultats constituent un petit progrès dans la recherche d'une histoire paléogéographique viable du bassin de l'océan arctique.

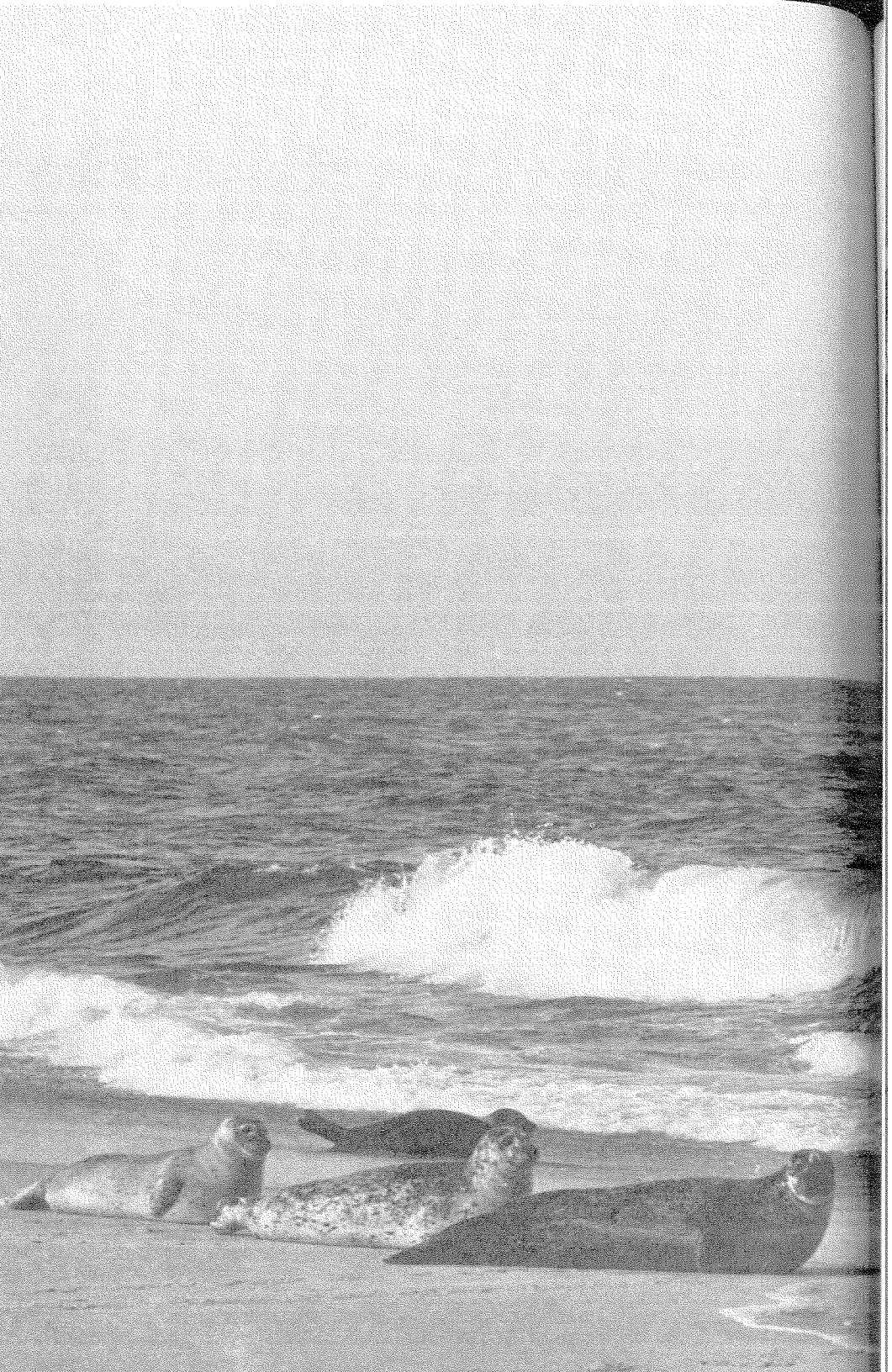
Bien que l'arête Reykjanes soit à beaucoup d'égards atypique de la dorsale mi-atlantique, elle a eu néanmoins une influence capitale sur le développement de l'océan atlantique nord. Déterminer la structure de l'écorce était le principal objectif d'un grand projet international mené par l'université de Hambourg, auquel le CGA a participé avec quatre séismomètres de fond. Les résultats montrent que l'atténuation du signal sismique décroît avec la distance de l'arête et que les vitesses élevées d'ondes de compression dans le manteau ($V_m > 8,3$ kilomètres par seconde) se situent à moins de 100 kilomètres de la crête. D'après une étude des anomalies magnétiques faite par l'Institut hydrographique allemand, l'arête anormalement peu profonde Islande-Faroe semble s'être développée avant l'époque de l'anomalie 22 (environ 54 millions d'années avant le présent), et depuis cette époque l'expansion a continué sur l'arête de Reykjanes.

¹Crustal Properties across Passive Margins.



Division des poissons d'eau de mer
Direction des ressources
Gestion des pêches
Ministère des pêches et de l'environnement

Chef de division — R.G.Halliday



Division des poissons d'eau de mer

Dans le cadre de la réorganisation du Service des Pêches et des Sciences de la mer de 1975-76, la Direction des Ressources de la Gestion des Pêches et la Division des Poissons d'eau de mer sont devenues des entités autonomes. Le rôle de la Division des Poissons d'eau de mer est de donner des conseils scientifiques sur la gestion des ressources en poissons d'eau de mer et de mener des recherches biologiques à cette fin. En 1977 la Division a en outre été chargée des mêmes fonctions en ce qui concerne les phoques gris et les phoques communs.

L'extension de la juridiction canadienne en matière de pêches annoncée au début de 1977 a eu pour corollaire l'allocation de crédits et de personnel supplémentaire pour les recherches appliquées en matière de pêches, ce qui a entraîné une augmentation substantielle des programmes de la division des Poissons d'eau de mer. A sa création la division était basée à la Station biologique de St Andrews au Nouveau Brunswick. L'expansion des programmes de la division a permis de créer une unité à l'IOB, ce qui répond au besoin d'avoir la direction de la division dans la région d'Halifax-Dartmouth, pour y faire partie de l'équipe qui y assure la gestion des pêches au jour le jour. La décision de la direction centrale d'installer la division à l'IOB était inspirée par la volonté d'encourager la coopération entre les groupes de recherche du Service. Tout en complétant les programmes basés à l'IOB par l'addition des aspects les plus appliqués des recherches sur les pêches, ce transfert a aussi procuré à la division la présence d'un milieu orienté vers la recherche et de nouveaux moyens de travail.

La division est devenue locataire de l'Institut lorsque quatre membres du personnel y ont été transférés en septembre 1976. Les membres du personnel à plein temps sont maintenant au peu plus de 30, et pour l'ensemble de la division (y compris la partie logée à la Station biologique de St Andrews au Nouveau Brunswick) environ 70. La division a été invitée à devenir membre (au lieu de locataire) de l'Institut, et le chef de la division est devenu membre du comité de directeurs en février 1978.

Le département a reçu livraison du navire de recherche *Lady Hammond* en juin 1978, aux termes d'un accord d'affrètement de cinq ans. Ce navire est un chalutier transformé d'une longueur totale de 58 mètres et d'un tonnage brut de 897 tonnes. La division des Poissons d'eau de mer est son principal utilisateur. Le navire fait maintenant partie de la flotte de recherche de l'IOB.

L'extension de la juridiction en matière de pêches et la diminution du rôle scientifique des commissions internationales des pêches qui en a résulté, ont suscité la création d'un Comité consultatif scientifique canadien sur les pêches de l'Atlantique (CAFSAC). Ce comité de biologistes fédéraux de la côte atlantique donne des conseils sur les questions de gestion des pêches et constitue aussi un mécanisme de coordination des recherches sur les pêches. Un secrétariat permanent a été créé pour assurer le fonctionnement du CAFSAC; ce secrétariat est installé à l'IOB, en association avec la division des Poissons d'eau de mer.



Le Lady Hammond. (IOB 5098-1)

Les recherches de la partie de la division installée à l'IOB visent à comprendre la dynamique des populations de poissons, à décrire les effets des pêches et à prédire les réactions des stocks à des mesures de réglementation. C'est avec plaisir que je présente les compte-rendus suivants des programmes spécifiques qui sont actuellement en cours de réalisation, en tant que notre première contribution au Rapport bisannuel.

Groupe de science des pêches et de traitement des données

Ce groupe a trois fonctions: (1) assurer le traitement des données de la division; (2) administrer le programme d'ichthyoplancton du plateau Scotian; et (3) faire progresser la théorie fondamentale de la science des pêches par la construction de modèles à une ou plusieurs espèces, et le développement de modèles théoriques pouvant servir à l'évaluation continue des stocks de poissons. Jusqu'à maintenant ce groupe a été chargé d'une grande partie du travail d'évaluation des stocks, mais, à mesure que le groupe de dynamique des populations acquiert davantage de personnel en vertu du programme de juridiction étendue, ce groupe sera progressivement déchargé de cette responsabilité.

Traitement des données. La division des Poissons de mer recueille une quantité considérable de données au cours de ses expéditions de levés sur les poissons démersaux et les poissons pélagiques et d'étude du plancton, ainsi que des échantillons biologiques provenant des opérations de pêche commerciale étrangères. Une fois rassemblées, les données doivent d'abord être vérifiées et incorporées au fichier central de renseignements accumulés au cours des années. Elles doivent ensuite être résumées et analysées pour fournir les renseignements dont ont besoin les chercheurs pour évaluer les

divers stocks de poissons de la région des Provinces maritimes. Pour faire face à ces tâches, les ordinateurs sont indispensables, et ce groupe a donc mis au point un système perfectionné d'utilisation des ordinateurs pour répondre aux besoins de la division. La partie de la division qui se trouve à l'IOB se sert des ordinateurs IBM 370 et CDC 6400. Les travaux sont soumis par la voie d'un terminal et les résultats reviennent soit par une imprimante par lignes attachée à notre station d'entrée de travaux à distance soit par le terminal qui a soumis le travail. Une collection de programmes a été accumulée pour faire des analyses standard telles que l'établissement de clés d'âges-longueurs, le calcul des estimations d'abondance à partir d'échantillons stratifiés et les projections de captures. Il est prévu pour l'avenir de préparer des programmes supplémentaires afin par exemple de faire produire des schémas par l'ordinateur et de constituer un fichier central organisé permettant de répondre aux demandes de renseignements simples.

Programme d'ichthyoplancton sur le plateau Scotian. (a) *Programme sur le terrain* — Pour administrer une pêche et prédire les rendements futurs le mieux possible, il faut élucider les facteurs, biotiques et abiotiques, qui régissent le rapport stock-recrutement. Le but à long terme du programme d'ichthyoplancton du plateau Scotian est de procurer les données nécessaires à la compréhension des mécanismes qui régissent la répartition, la croissance et la mortalité des larves de poissons.

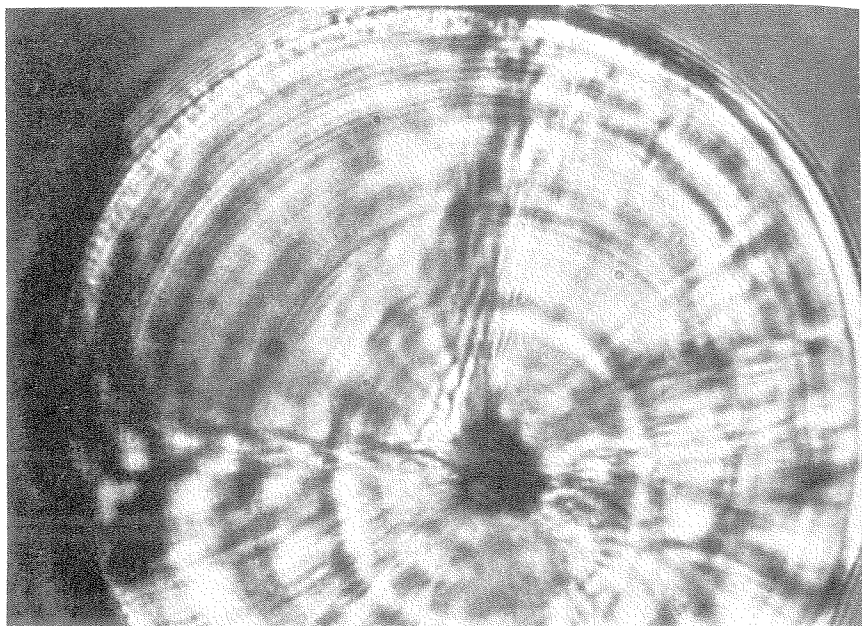
Les trois premières années du programme serviront à définir la répartition des larves de poisson par rapport à celle de la productivité primaire et secondaire. Des indices d'abondance seront fournis en même temps pour servir à l'évaluation des stocks. Plus tard des études partielles seront incorporées dans le plan d'étude. Les groupes d'océanographie physique et biologique participant au programme travailleront à ces études spécialisées.

Les traits standards qui seront utilisés sont le trait oblique de filet BONGO, du modèle employé pour MARMAP, le filet à neutron de surface et les chaluts Isaacs-Kidd. Ce matériel sera utilisé initialement sur un quadrillage de 214 stations fixes sur le plateau Scotian. Pendant toute la durée d'une expédition, l'eau sera pompée à une profondeur spécifiée et passera à travers un fluoromètre et un compteur de particules de haute précision installés à bord. Le Batfish sera également remorqué toutes les deux ou trois transectes pour fournir les renseignements hydrographiques requis par le programme ainsi que des données sur la fluorescence et la répartition des particules. Des palanquées de bouteilles Nansen et des lancers de bathythermographes seront effectués pour avoir des échantillons d'eau pour l'analyse de la chlorophylle et l'étalonnage des détecteurs du Batfish.

Ce programme est ambitieux et il faudra au moins un an pour le mettre bien en route. Mais, compte tenu des données qu'il fournira, il sera très rapidement payant.

(b) *Détermination de l'âge des larves de poisson* - La détermination de l'âge des poissons adultes à l'aide des écailles et des otolithes joue un rôle important dans l'étude de la structure des populations. L'intérêt porté depuis quelque temps à la dynamique des populations larvaires rend de plus en plus importante la détermination exacte de l'âge des larves de poissons.

Un programme de détermination routinière de l'âge des larves de poissons à l'aide des otolithes a été institué afin de fournir des renseignements sur les



Fine structure en anneaux sur une otolithe de larve de lançon (*Ammodyte*) grossie 1.000 fois. (avec la permission de R. Halliday)

populations de larves et les populations adultes. Le premier projet a porté sur l'âge des *Ammodytes* (lançons). Les otolithes sont extraites de spécimens congelés aussitôt capturés et sont examinées à très haute magnification (630-1000x). La structure en anneaux que l'on voit est interprétée comme reflétant la croissance quotidienne. Les résultats servent à établir des clés de corrélation âges/longueurs. On s'efforcera de découvrir le nombre d'espèces d'*Ammodytes* dans les eaux locales en se servant des caractéristiques des otolithes larvaires.

Construction de modèles à une et plusieurs espèces et théorie d'évaluation. (a) *Modèle morue-maquereau* - Des relevés d'ichthyoplancton ont été faits dans le golfe St Laurent depuis 1965. Certaines années il y a eu jusqu'à six expéditions, de sorte que les cycles de frai de la plupart des espèces de poissons ont pu être définis. Ces relevés étaient aussi destinés à étudier le mécanisme de recrutement des stocks de la morue, du maquereau, du hareng et d'autres espèces, ainsi qu'à déterminer comment les différentes espèces de poissons s'influencent mutuellement durant le début de leur existence.

Nous avons construit des sous-modèles à base statistique des phases oeuf, juvénile et adulte de la morue et du maquereau, ce qui a permis de construire un modèle aléatoire de la pêche à la morue et au maquereau, dans lequel le recrutement est fonction de la production de la population parente et de paramètres de milieu. Il est très difficile de vérifier la validité d'un tel modèle car il est construit à l'aide de toutes les données existantes. Toutefois les trois années de données les plus récentes sur la taille des classes d'âge de morues confirment les prédictions du modèle; celui-ci semble constituer un outil prometteur de gestion des populations.

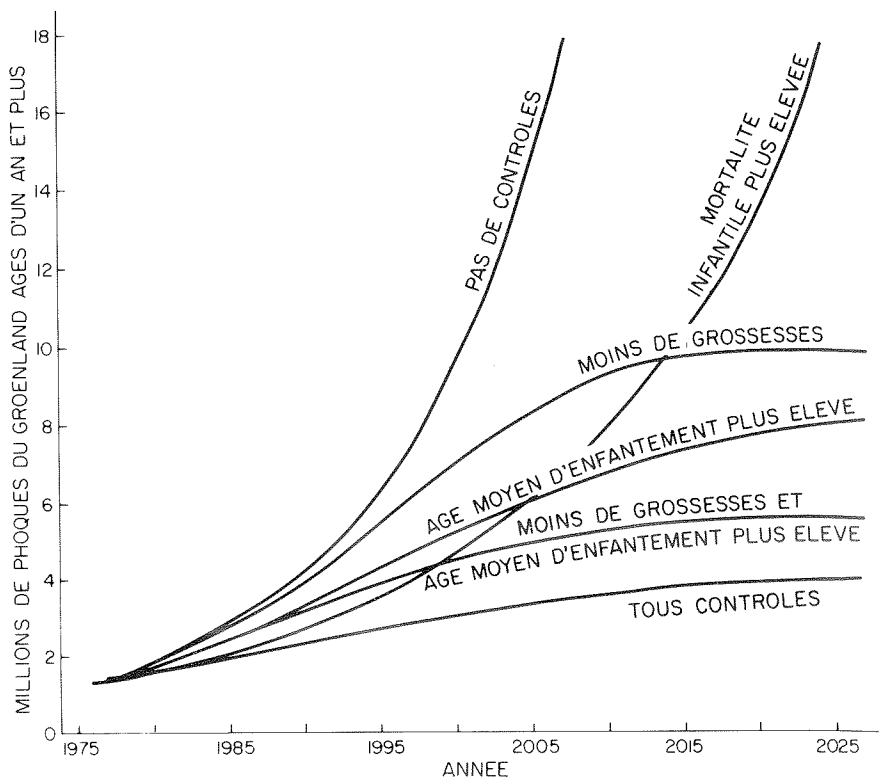
On peut tirer de cette étude un certain nombre de conclusions:

- (1) la gestion des maquereaux est beaucoup plus importante pour le contrôle de la biomasse de morue que la gestion de la pêche à la morue elle-même;
- (2) le modèle prédit que les classes d'âge de morue 1973, 1974 et 1975 devraient être plus nombreuses que la moyenne; ceci semble être aussi le cas en réalité, d'après les résultats des relevés faits au chalut sur le fond;
- (3) il n'y a pas de courbe identifiable de recrutement des stocks pour la morue ou pour le maquereau sur une gamme étendue de tailles de stocks. Ceci n'exclut cependant pas qu'il y ait un rapport, mais illustre simplement le fait qu'il y a beaucoup d'autres facteurs à prendre en considération.

(b) Construction de modèles compte tenu de la juridiction étendue - On a effectué récemment un exercice intéressant consistant à mettre sous forme de modèle l'effet des différents types et qualités de données sur notre aptitude à gérer efficacement une pêche. Les populations choisies étaient le maquereau du nord-ouest de l'Atlantique et la morue du golfe St Laurent parce que ce sont les populations dont nous connaissons le mieux la biologie et parce que nous avons pour elles des simulations par ordinateur déjà existantes. Ces simulations ont été incorporées dans le modèle plus vaste de telle sorte qu'elles représentaient la véritable population. On a préparé des sous-programmes séparés donnant des conseils de gestion selon le niveau présumé de disponibilité des données, et on a réintroduit ces conseils dans la population sous forme de capture autorisée, ce qui a permis de voir les effets de dépenses consacrées à certains types de collecte de données, en termes de rendement accru ou de stabilité de la pêche en question.

(c) Dynamique de la population de phoques du Groenland - Des modèles de plus en plus perfectionnés ont été mis au point pour incorporer les données nouvelles dont on dispose sur le phoque du Groenland de l'Atlantique nord-ouest. Ces modèles ont envisagé les effets des contrôles liés à la densité sur les options en matière de gestion pour ces troupeaux. Le dernier modèle simule la chute du taux de grossesse, l'âge moyen de mise à bas et un accroissement de la mortalité infantile allant de pair avec l'accroissement de la taille de la population. Les calculs classiques de rendement de type Schaefer ne sont pas directement applicables aux données qui demandent une méthode de simulation détaillée. Au lieu de revêtir la forme parabolique familière le rendement augmente plus rapidement et baisse plus lentement. Sur la base de ce travail le rendement soutenable maximum est estimé à 215.000 animaux pour une taille de population de 1,4 million.

Un problème persistant de la biologie du phoque du Groenland est de savoir s'il s'agit de deux sous-troupeaux ou d'un seul grand troupeau mélangé. La réponse à cette question a des implications pour la gestion de la population. Afin d'obtenir davantage de données, nous avons entrepris une grande opération de marquage des chiots nés ce printemps (1978). Mais il faut environ quatre ans pour que les chiots arrivent à maturité et il faudra donc attendre quelque temps avant que ce programme aide à éclaircir ce problème. Comme les données existantes de récupération de marques, provenant d'autres études, impliquent une séparation en sous-troupeaux, ceci a été inclus dans la dernière version du modèle. Le modèle indique que l'on ne devrait pas permettre aux captures d'être concentrées dans une seule région.



Les données disponibles indiquent que les populations de phoques du Groenland sont limitées par des facteurs liés à la densité. A mesure que la population augmente, l'âge moyen d'enfancement et le taux de mortalité des chiots augmentent également tandis que les grossesses diminuent. A l'heure actuelle les phoques sont chassés et l'âge moyen d'enfancement et le taux de mortalité des chiots sont bas tandis que le taux de grossesse est élevé. Le graphique projette la croissance comme si la chasse avait cessé en 1976 sauf la chasse limitée pratiquée par les Inuit. La courbe "pas de contrôles" suppose que tous les taux restent aux niveaux de 1976 et ne sont pas influencés par la taille de la population. La courbe "tous contrôles" suppose que toutes les limitations s'exercent sur la population. Les autres courbes reflètent la croissance lorsque s'exercent un ou plusieurs facteurs de limitation. On pense que la courbe "tous contrôles" est celle qui ressemble le plus à la situation naturelle. (IOB 5170)

Les derniers modèles publiés de dynamique des phoques du Groenland ont servi à étudier la structure et les caractéristiques des modèles eux-mêmes. La sensibilité et les interactions des paramètres décrivant la population ont été analysées; cette analyse a montré que l'instabilité augmente à mesure que la population est plus faible et elle a mis en lumière les contradictions entre les modèles publiés. Cette étude a aussi montré l'effet relatif des diverses stratégies de gestion sur la dynamique du groupe.

(d) Analyse aux moindres carrés des données de capture - L'outil standard employé par le biologiste pour estimer, à partir de données de capture par âges, le nombre de poissons dans un certain stock à chaque âge et la mortalité subie par le stock du fait de la pêche est l'analyse de la population virtuelle. Cette méthode a l'avantage de toujours donner une réponse et une réponse qui est en général raisonnable, étant donné qu'elle dépend de valeurs de départ

choisies subjectivement. Mais il n'y a pas de moyen de savoir dans quelle mesure les résultats correspondent aux données.

Plusieurs personnes ont essayé de mettre au point de nouvelles méthodes d'estimation de ces nombres, et des mortalités de pêches, qui permettraient aussi d'estimer l'exactitude de la correspondance et les intervalles de confiance. Les premières tentatives ont divisé la mortalité due aux pêches en deux composantes: effet de l'année de calendrier (indications du niveau d'effort de pêche) et effet de la structure d'âge (dû à la présence de poissons d'âges différents et à la sélectivité du matériel de pêche). Les mortalités individuelles étaient ensuite estimées en les combinant. On use ainsi d'un moindre degré de liberté dans l'estimation des paramètres et il en reste un peu pour l'estimation de l'erreur. Utilisées avec des données réelles ces méthodes ont généralement donné des intervalles de confiance larges pour les paramètres. Mais bien que les intervalles de confiance aient généralement contenu des points raisonnables, les meilleures estimations étaient souvent déraisonnables. Ces méthodes sont moins subjectives puisqu'elles dépendent moins des valeurs de départ et ce fait, s'ajoutant aux déformations introduites par les suppositions et les approximations, est probablement à l'origine de ces problèmes.

On pense que les intervalles de confiance larges ne reflètent pas vraiment la quantité d'information contenue dans les données de capture à un certain âge parce qu'elles ne rendent pas bien compte des rapports entre les points de données. Nous essayons maintenant d'identifier les principales sources de déviation dans nos méthodes et de trouver une manière d'estimer des intervalles de confiance plus réalistes.

Groupe de biostatistiques

Le rôle du groupe de biostatistiques est de recueillir tous les renseignements pertinents au sujet des pêches commerciales dont la division a besoin pour évaluer l'état des stocks. L'extension de la juridiction canadienne a eu pour résultat de nouvelles initiatives dans ce domaine qui sont brièvement décrites ci-après.

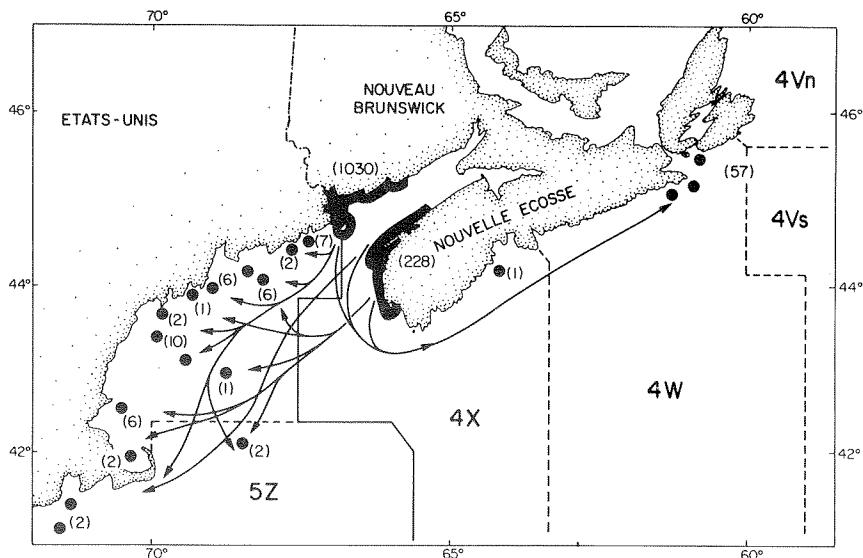
Programme d'observation des pêches étrangères. Ce programme, qui relève du rôle de police du Ministère, consiste à placer 30 observateurs canadiens sur des bateaux de pêche étrangers opérant sur le plateau Scotian. Il y a un programme similaire sur les Grands Bancs organisé par la Région de Terre-Neuve du Ministère.

Les observateurs s'assurent que les bateaux de pêche étrangers respectent les règlements de pêche canadiens et recueillent des renseignements destinés à l'évaluation des stocks. L'analyse des données volumineuses qu'ont recueillies ces observateurs a fourni de nouvelles perspectives et de nouvelles connaissances sur la répartition et le mélange des espèces, des renseignements détaillés sur la composition des captures étrangères, la répartition de l'effort de pêche étranger et les zones de problèmes potentiels de captures incidentes; elle a aussi permis d'obtenir des estimations plus solides des taux de capture étrangers pour diverses pêches.

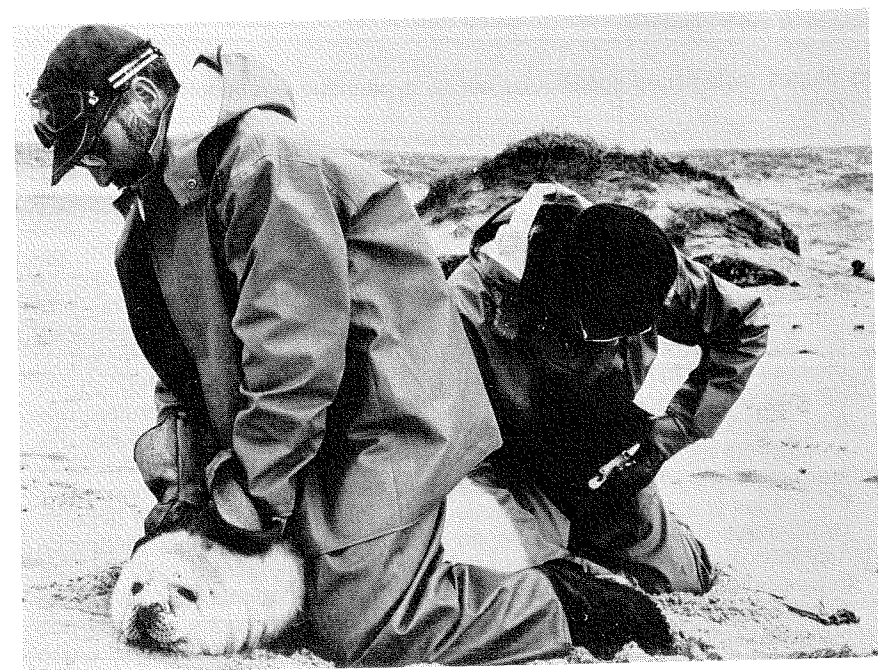
Le Canada est actuellement en train d'améliorer son régime de gestion pour les pêches étrangères, en utilisant à la fois des contrôles de capture et des contrôles d'effort. Les données recueillies par ce programme permettent de calculer l'effort de pêche requis pour prendre les quotas alloués, compte tenu des situations de pêche multispécifique.

Echantillonnage des captures canadiennes. Les fonctions de ce programme, qui comporte le stationnement permanent de techniciens dans les grands ports de pêche, sont d'échantillonner les captures canadiennes de poissons démersaux et de poissons pélagiques, pour en déterminer la composition par tailles et par âges dans chaque population, et d'assurer la liaison avec l'industrie pour recueillir des renseignements sur la répartition géographique des captures et de l'effort de pêche. Ces données sont indispensables pour évaluer l'état des stocks de poissons exploités commercialement et pour permettre de faire des projections des rendements potentiels à venir. En outre ces données sont utilisées pour produire des cartes de la répartition générale du poisson et pour évaluer les effets possibles de la recherche pétrolière sur les stocks de poissons et sur les pêches.

Programme d'observation des pêches canadiennes. Ce programme tout récent est un complément au programme d'échantillonnage basé à terre pour la flotte canadienne. Des observateurs sont placés à bord des bateaux de pêche canadiens pour recueillir des renseignements sur la composition des captures, les captures incidentes, et sur le déchet. Comme le programme d'échantillonnage basé à terre voit du poisson qui souvent a déjà été trié par catégories de



En haut: hareng marqué. En bas: répartition des recaptures de harengs inclus dans les expériences de marquage de la Division 4x de la CIPANO en 1973/74. Les zones sombres et les cercles pleins indiquent les zones de recaptures et les chiffres de récupération figurent entre parenthèses.



Même si ces phoques gris clament leurs objections au marquage, ils finissent généralement par y passer. (avec la permission de F. Bruemmer)

marché et qui naturellement exclut le déchet, ce programme d'observateurs permettra de déterminer dans quelle mesure le programme traditionnel d'échantillonnage évalue correctement l'état des stocks de poissons. Ce programme ajoute aussi des données à celles recueillies par les programmes d'échantillonnage sur les navires étrangers et dans les ports, sur la répartition des espèces et permet de contrôler les renseignements sur l'effort de pêche obtenus à partir des livres de bord des bateaux de pêche.

Groupe de dynamique et d'évaluation des stocks

Le rôle principal de ce groupe est de donner des conseils sur l'administration des pêches concernant les niveaux de capture et d'effort pour les poissons démersaux, les poissons pélagiques et les mammifères marins. Mais comme on ne peut parvenir à des bonnes estimations des niveaux optima de capture que si l'on connaît bien la dynamique des populations des espèces intéressées, une partie importante du travail de ce groupe est d'étudier la biologie des populations.

La plupart des membres du personnel scientifique et technique de ce groupe n'appartiennent au groupe que depuis l'extension de la juridiction canadienne et ont donc encore à apprendre dans le domaine de l'évaluation et de l'administration des pêches.

Ce groupe a non seulement fourni des évaluations et des conseils pour 16 populations différentes de poissons et de mammifères dans la région des Maritimes, mais a aussi fourni toute une documentation scientifique et un appui logistique pour les négociations sur la juridiction de 320 kilomètres entre le Canada et les Etats-Unis.

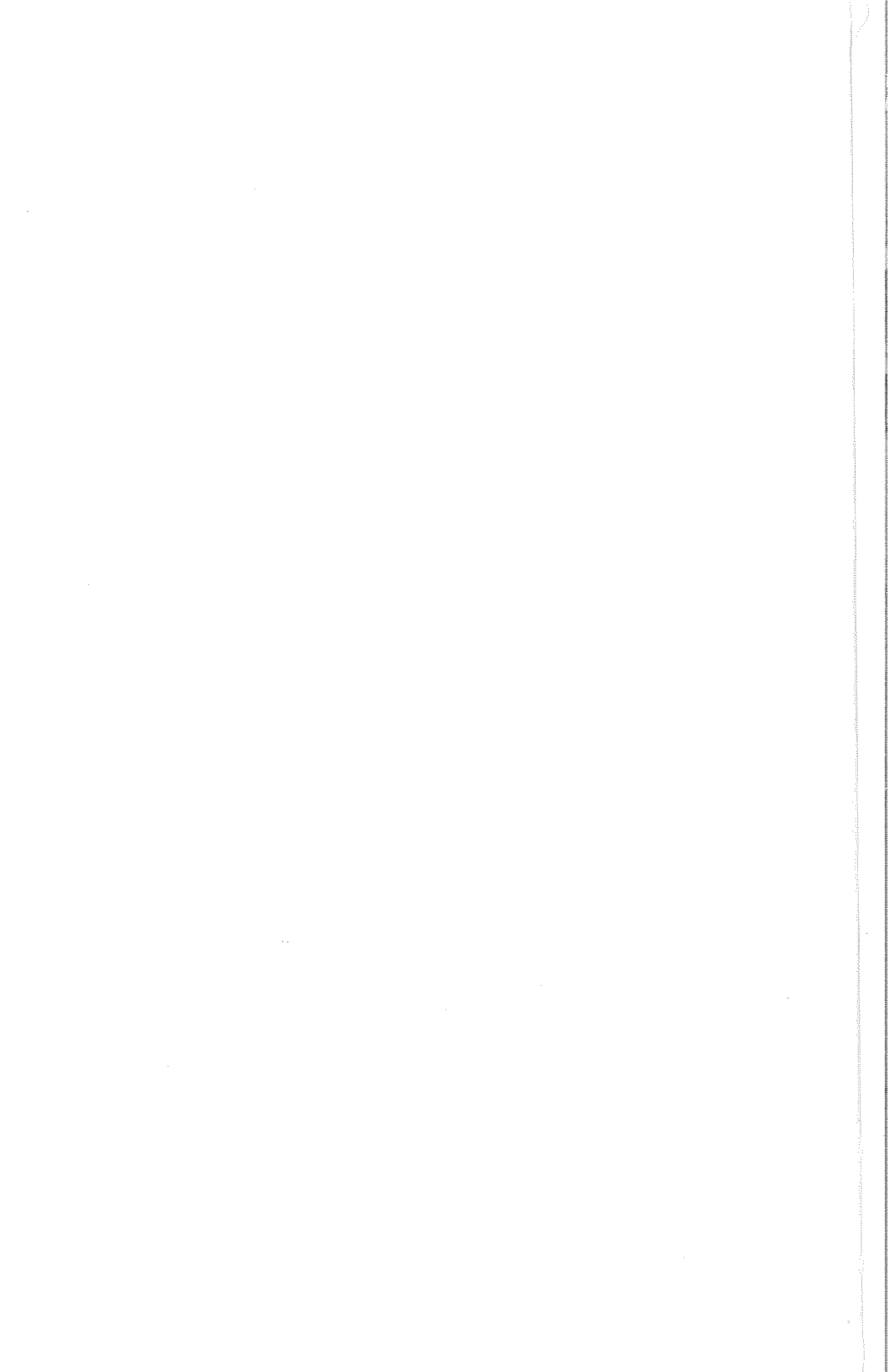
Les études biologiques spécifiques sur la dynamique des stocks de poissons comprennent:

- (1) *le marquage des harengs*. Ce programme, qui a débuté en 1974, donne des renseignements très précieux sur les rapports entre stocks de harengs et sur les modes de migration. Les résultats ont servi et servent encore à réviser les limites des zones de gestion, afin de contrôler de plus près l'exploitation de certaines unités biologiques. Il a été démontré par exemple que la pêche au hareng d'été de la baie de Fundy repose sur un mélange d'espèces que l'on trouve l'hiver au large de la baie Chedabouctou et à l'ouest jusqu'au cap Cod. Une nouvelle étiquette Floy ancreuse en arbalète, récemment été mise au point, va nous permettre de marquer des harengs juvéniles (de 16 centimètres de long) et de déterminer ainsi les mouvements de la partie du stock non recrutée; une telle capacité est particulièrement importante pour déterminer l'origine des harengs qui alimentent la pêche à la sardine du Nouveau Brunswick.
- (2) *Marquage des phoques gris et des phoques communs*. Les phoques gris comme les phoques communs mettent bas sur l'île de Sable et sur la partie continentale des Maritimes. Afin de découvrir quels sont leurs modes de migration, presque 100 pour cent des petits phoques gris de 1978 (nés en janvier-février) et des petits phoques communs (nés en mai-juin) sur l'île de Sable ont été marqués. La chasse pour la prime de jeunes phoques gris qui aura lieu en fin d'année 1978 dans les Maritimes permettra de faire une première estimation de la taille de la cohorte 1978 de phoques gris et on obtiendra aussi des renseignements sur leur dispersion géographique. Le programme de marquage des phoques communs n'a pas été suivi de

beaucoup de récupérations car il n'y a pas actuellement de prime, mais le marquage fait partie d'un projet à long terme en prévision de besoins futurs de renseignements sur la dispersion.

- (3) *Etudes de fécondité.* Le premier stade d'un grand programme est en cours: des comptes d'oeufs ont été réalisés pour 21 espèces de poissons pélagiques et démersaux. Les stades suivants examineront les changements saisonniers des nombres d'oeufs et des rapports fécondité-longueur pour au moins autant d'espèces.
- (4) *Sélection de maille.* Les études de sélection de mailles faites en coopération avec des pays étrangers ont été décrites précédemment. Un réexamen des études de sélection de maille faites jusqu'à présent en différents points du monde a été entrepris en vue d'évaluer les variations correspondant aux espèces de poissons et au matériel du filet. Les résultats préliminaires donnent à penser que les différences dues au matériel du filet ne sont pas décelables à cause de la variance associée aux études de sélection de maille, et que les calculs théoriques basés sur les rapports entre longueur et tour de taille peuvent donner d'aussi bons résultats.
- (5) *Levés de navires de recherche.* Les données des expéditions d'inventaire des poissons démersaux de 1970 à 1977 sont actuellement analysées pour déterminer si la répartition des poissons démersaux dépend davantage du type de fond que de la profondeur. Un tel rapport, si son existence est démontrée, servirait de fondement à la restructuration de notre système de stratification pour le programme d'inventaire des poissons démersaux.

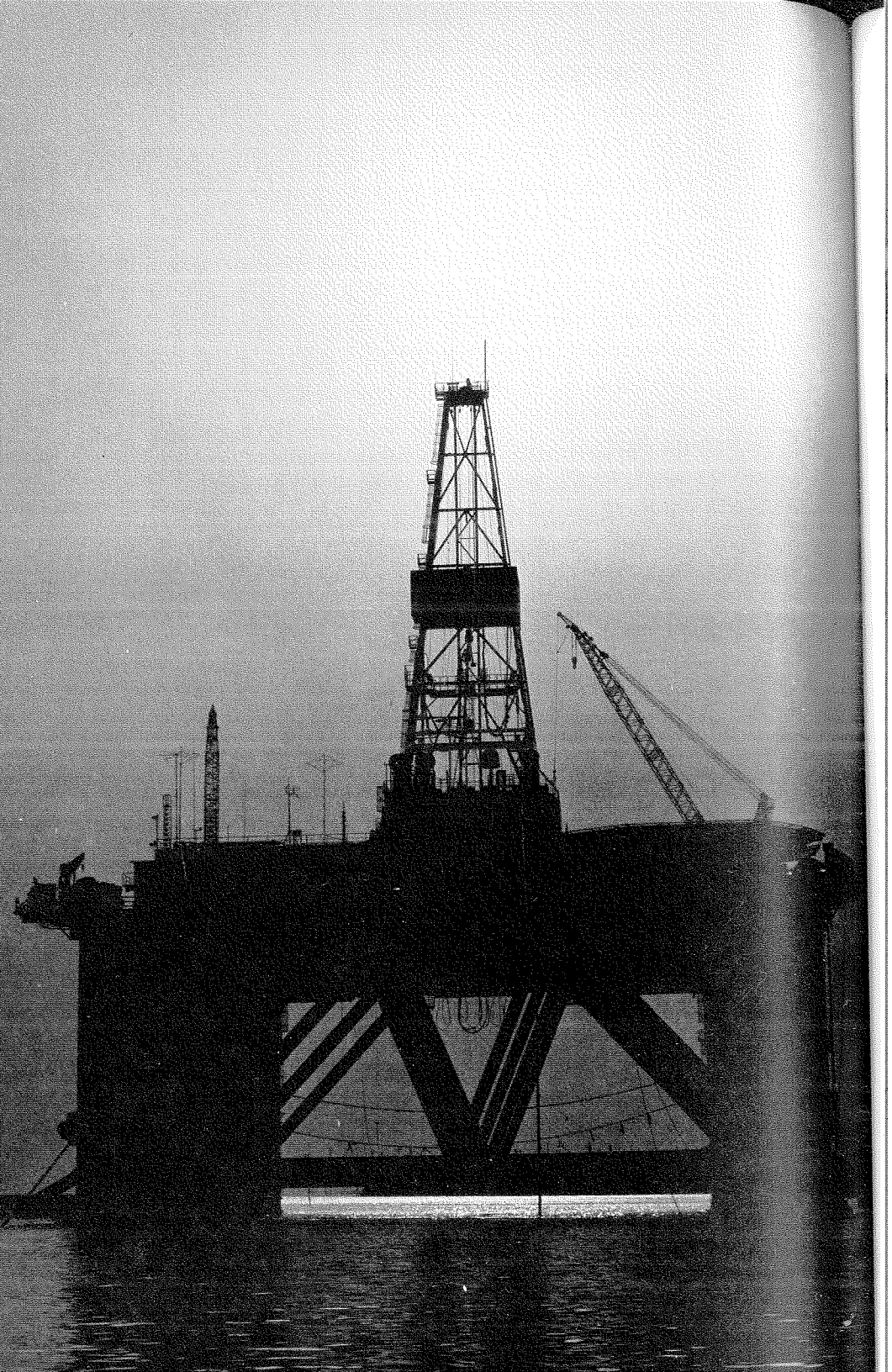
R. G. Halliday
Chef de la
Division des Poissons d'eau
de mer





Exploration sous-marine,
Bureau de la côte Est
Direction de la gestion et de la conservation
des ressources
Ministère de l'énergie, des mines et
des ressources

Chef de division — T.W.Dexter



Direction de la Gestion et de la Conservation des Ressources, Division des Opérations, Bureau de la côte Est

La Direction de la Gestion et de la Conservation des ressources de l'IOB remplit un double rôle en ce qui concerne les opérations sous-marines de recherche de pétrole et de gaz au large de la côte Est: elle est chargée à la fois de la surveillance de ces opérations au point de vue ingénierie et de la conservation de l'information qui résulte de ces opérations.

Les principales mesures que prend la Direction pour assurer que les opérations sous-marines sont menées efficacement et prudemment afin d'éviter des incidents potentiellement dangereux sont les suivantes: approbation d'un programme de forage, plan d'urgence détaillé, plans d'ingénierie séparés pour chacun des puits, et enfin programme d'abandon. Conformément à la Loi sur la production et la conservation du pétrole et du gaz, la Direction demande que les sociétés mènent leurs activités sous-marines de manière à assurer la conservation physique et économique de la ressource, la sécurité de la plate-forme et celle du puits, à éviter les accidents, les incendies, les explosions et les collisions, à empêcher la pollution et à assurer la protection de l'environnement.

A ces fins, la Direction fixe des normes dans des domaines tels que: le bon état de navigabilité des navires de forage et leur aptitude à tenir la mer dans les zones et aux périodes de l'année où ils doivent opérer; les aides à la navigation et à la sécurité maritime; les prédictions de temps et d'état de la mer; la surveillance des glaces et autres dangers; le choix du matériel de forage et du matériel auxiliaire; le contrôle approprié des propriétés de la boue de forage; le programme de coffrage et de cimentage; les systèmes de prévention d'explosions avec des vérifications suffisantes de la pression; la formation et l'expérience des équipages, et les installations pour l'équipage; l'emploi efficace du matériel et des techniques nouveaux; des moyens d'approvisionnement suffisants et un soutien à terre 24 heures sur 24. Les inspecteurs de la Direction surveillent toutes les activités de forage, visitent la plate-forme régulièrement au cours des opérations et vérifient constamment les livres de bord des plates-formes.

En vertu de la loi sur la production et la conservation du pétrole et du gaz, et des règlements annexes qui seront bientôt promulgués, les navires et plates-formes d'exploration sous-marine doivent être suffisamment équipés pour pouvoir empêcher les fluides employés à bord de causer de la pollution, et pour pouvoir recueillir les hydrocarbures résiduels et les brûler, les emmagasiner ou les transporter d'une manière propre et sans danger. Des méthodes efficaces doivent être mises au point pour se servir des articles consommables employés sur la plate-forme, tels que les combustibles et les additifs à la boue de forage, et pour se débarrasser des déchets, tels que la farine de sondage et les ordures de cuisine, de telle sorte qu'ils ne créent pas de risques pour

l'environnement. Les hydrocarbures produits au cours des essais des puits doivent être emmagasinés dans des réservoirs appropriés ou brûlés selon les règles pour réduire la possibilité de pollution accidentelle du milieu marin. Le plan d'urgence et les contre-mesures en cas de marée noire prévus par les opérateurs doivent être compatibles avec le plan national et répondre aux normes du ministère des Transports (Garde côtière canadienne) et du ministère des Pêches et de l'Environnement.

Afin de renforcer la sécurité des opérations et de déterminer l'effet qu'elles peuvent avoir sur l'environnement, la Direction demande aux opérateurs d'entreprendre des études physiques et biologiques dans la zone où l'exploration sous-marine se poursuit activement. Ils doivent notamment mesurer et enregistrer certaines données océanographiques et météorologiques sur les sites d'exploration, avant et pendant les opérations de forage, et en faire ensuite un rapport. Des organismes conjoints tels que l'Association des pétroliers de la côte Est ont entrepris une série d'études environnementales au large de la côte Est, au sujet des mammifères marins, des oiseaux de mer, des poissons, du temps et de l'état de la mer. La Direction est l'organe du gouvernement fédéral chargé de préserver ces études.

L'information produite par les opérations de recherche d'hydrocarbures en mer, que la Direction veut conserver aux Archives nationales, est envoyée au laboratoire d'examen des carottes à l'IOB ou à l'Institut de géologie sédimentaire et pétrolière à Calgary en Alberta pour y être analysée, préservée et au besoin redistribuée.

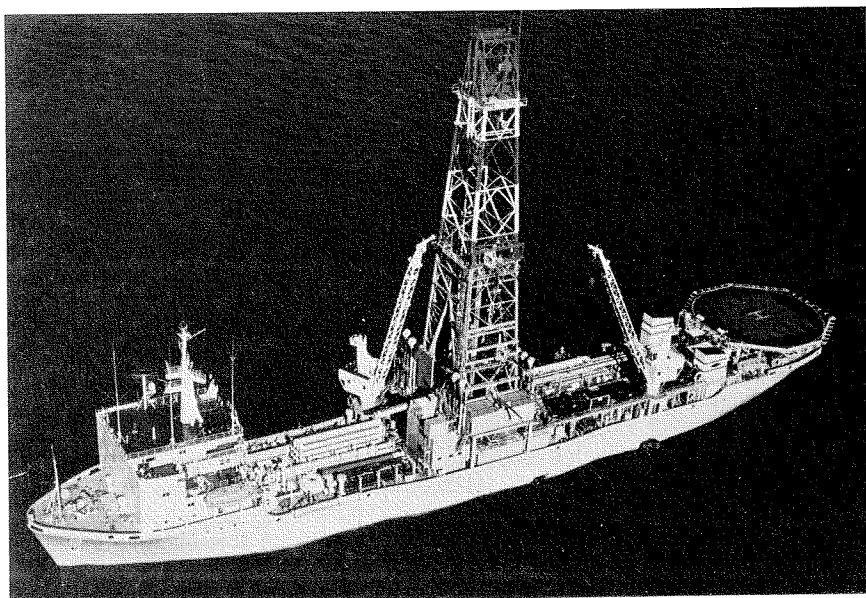
La Direction reçoit un échantillon non lavé de 500 grammes; elle le catalogue et enregistre sa profondeur dans le puits. Les échantillons et les conteneurs sont séchés pour être conservés. Un échantillon composite de 9,1 mètres est reconstitué et un lavage préliminaire effectué à travers un nid de cribles. L'échantillon retenu par le crible le moins fin donne des coupes pétrographiques minces et les échantillons retenus par les cribles plus fins servent seulement à des préparations de lames de microscope pour l'examen micropaléontologique et l'examen palynologique. Le reste de chacun de ces échantillons est conservé comme référence, ou pour être utilisé selon les besoins. La Direction reçoit aussi une série complète d'échantillons lavés en provenance du puits, dans des vials de 7 drachmes, et une série d'échantillons non lavés en sacs, dont la profondeur dans le puits correspond à celle des échantillons en vials et qui sont destinés seulement à servir de référence lithologique.

La Direction reçoit en outre des échantillons de carottes qu'elle catalogue et conserve comme références spécifiques, de lithologie par exemple ou de biostratigraphie. Ceux-ci sont utilisés lorsqu'on a besoin de plus de précision. Les carottes qu'elle reçoit normalement sont coupées en trois sens et la Direction a la partie centrale, qu'elle catalogue et conserve. Les copeaux prélevés à intervalles de 9,1 mètres et mis en boîte sont expédiés de la plate-forme à la Direction, qui les enregistre et les réexpédie à l'Institut de géologie sédimentaire et pétrolière qui en fait une analyse géochimique. Le surplus est renvoyé à la DGCR pour qu'elle le conserve. Des lames de microscope sont préparées à partir des échantillons de forage non lavés pour un examen paléontologique et palynologique. La Loi sur la production et la conservation du pétrole et du gaz requiert que soient préservées pendant deux ans, de manière confidentielle, les carottes de parois et les autres carottes.

Lorsqu'un puits est terminé, la Direction reçoit un rapport sur ce puits et, au bout de la période confidentielle habituelle de deux ans, nos services le mettent à la disposition du public. De même les rapports d'activités dans le domaine de la géophysique sont ouverts au public au bout d'une période confidentielle de 12 ans. Cette période est considérée comme trop longue et un projet de loi la réduisant à cinq ans a été présenté. Cette législation, la loi C-20 ou nouvelle loi canadienne sur le pétrole et le gaz, a eu sa première lecture à la Chambre des Communes en 1977. La loi C-20 décrit le nouveau régime de droits minéraux pour le Yukon, les Territoires du Nord-Ouest et les zones sous-marines. Elle contient de nombreuses dispositions relatives à la recherche, aux études de possibilité et de milieu, et à la nature confidentielle de l'information et des rapports soumis par l'industrie pour remplir les obligations relatives à leurs permis de recherche d'hydrocarbures.

Sur la question de savoir si la juridiction sur les ressources minérales sous-marines appartient à la fédération ou aux provinces, le gouvernement fédéral estime que toutes les zones situées au large des côtes du Canada, à l'exception de certains ports, baies, estuaires et autres eaux intérieures, relèvent de sa juridiction. Cette prémisses a été contestée par plusieurs provinces côtières et la question a été portée devant la Cour suprême du Canada à propos d'une zone située au large de la côte ouest. Dans une Opinion émise le 7 novembre 1967 la Cour s'est prononcée unanimement en faveur du gouvernement fédéral pour ce qui est des ressources minérales à l'extérieur de la "ligne ordinaire de marée basse".

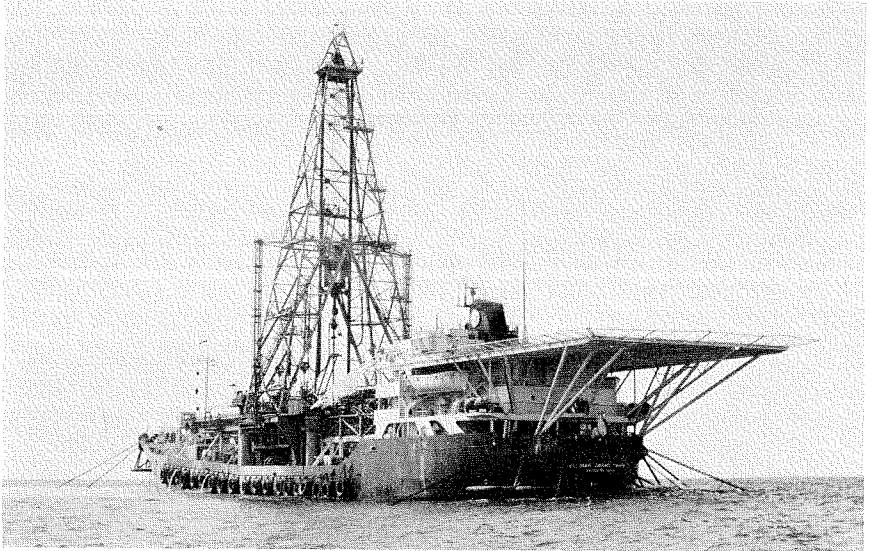
En ce qui concerne les ressources situées au large de la côte Est, un Mémoire d'accord a été signé le 1er février 1977 par les premiers ministres de Nouvelle Ecosse, du Nouveau Brunswick et de l'île du Prince Edouard et le premier ministre fédéral; en vertu de cette entente, les ressources



Le navire français de forage Pèlerin.

minérales seront administrées conjointement par la fédération et les provinces, et les revenus provenant des activités d'exploitation des ressources minérales seront partagés entre le gouvernement fédéral et les provinces adjacentes. Il n'y a pas d'accord similaire avec le Québec ni avec Terre-Neuve. En ce qui concerne Terre-Neuve, une requête conjointe fédéral-provincial devant la Cour suprême est actuellement en préparation, afin de déterminer à qui appartiennent les ressources minérales sous-marines de cette province.

En 1977 et 1978 huit puits ont été complètement forés au large de la côte Est du Canada; un puits a été foré jusqu'à une profondeur suffisante pour installer le coffrage de surface et un autre a récemment été mis en route au voisinage de l'île de Sable. La profondeur forée pendant cette période de deux ans est d'environ 34.500 mètres au total. Dans la même région l'industrie pétrolière a réalisé 17 programmes de levés géophysiques sous-marins, principalement dans la mer du Labrador mais aussi dans les Grands Bancs septentrionaux, les Grands Bancs et le plateau Scotian.



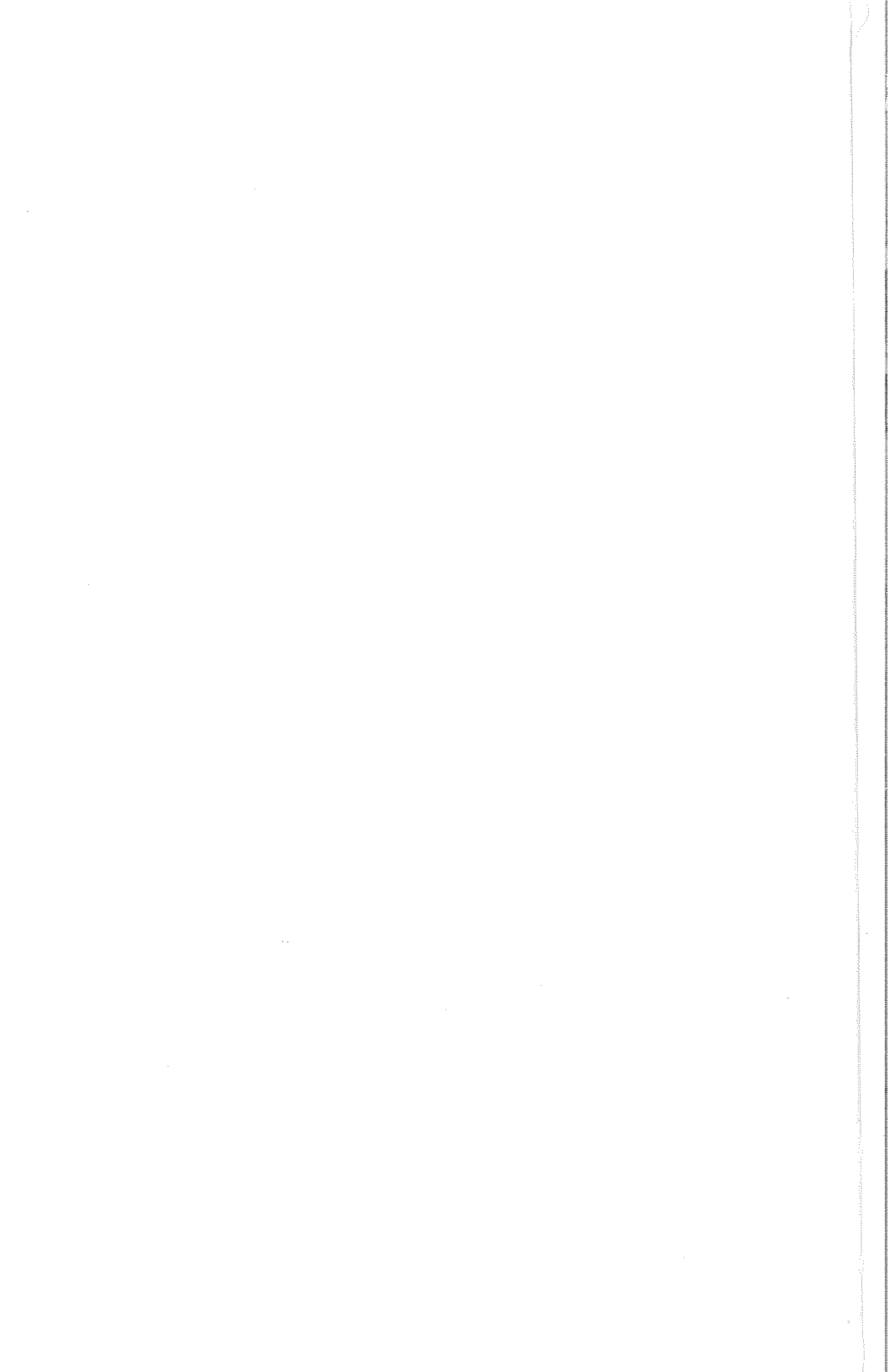
Le Glomar Grand Banks, utilisé en 1977 et 1978 pour les programmes de forage visant à définir l'étendue des veines de charbon au large du Cap Breton. (avec la permission du Ministère des Mines de Nouvelle Ecosse).

Plus de 50 programmes de recherches sur l'environnement ont été financés par des sociétés privées en 1977 et un nombre équivalent en 1978; ces programmes couvrent toute une gamme de sujets y compris la répartition des oiseaux de mer, le profil des courants, des levés de champs de glace, la fréquence des icebergs, le profil du fond, et la collecte de données sur le vent, les vagues et les courants. La plupart de ces programmes ont été menés dans la mer du Labrador et quelques-uns sur les Grands Bancs et le plateau Scotian.

Entre le 2 octobre et le 17 novembre 1977 six puits peu profonds ont été forés en mer par le Ministère des Mines de la Nouvelle Ecosse, et du 29 mai au 23

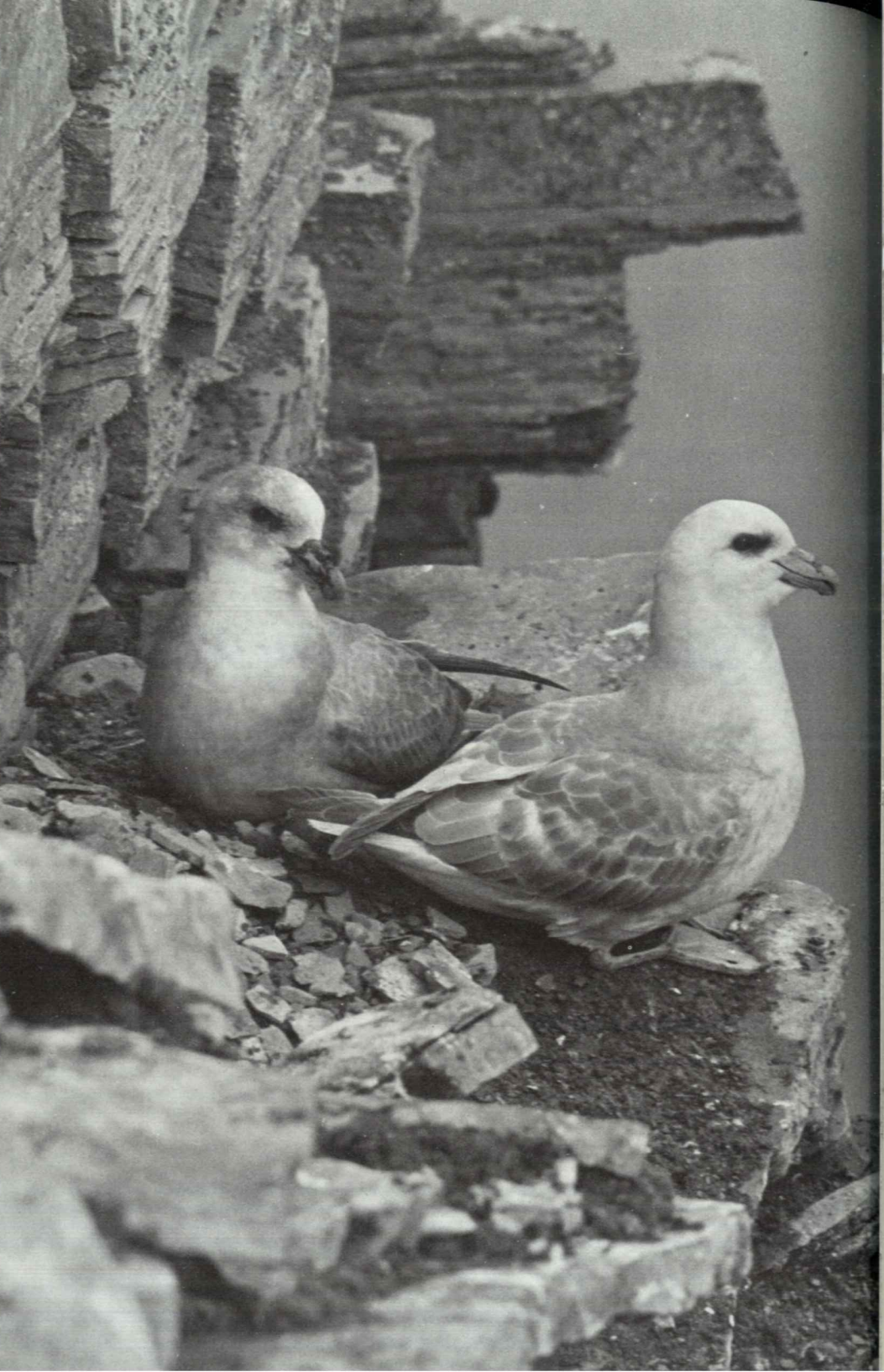
octobre 1978 huit autres trous ont été forés, tous destinés à définir l'étendue des veines de charbon sous-marines à l'est et à l'ouest de la côte du Cap Breton. Ce programme était financé à 80% par le gouvernement fédéral et à 20% par le gouvernement provincial. Le forage a été effectué par deux plates-formes en forme de navires, le *Glomar Conception* en 1977 et le *Glomar Grand Banks* en 1978; en raison de la nécessité d'installer un système de prévention des explosions au niveau du sol de la mer et de la faible profondeur de l'eau en certains endroits, il a fallu déployer beaucoup d'ingéniosité pour mener ce programme à bien sans accident.

Les techniques de carottage permettant d'effectuer des recherches houillères en zones sous-marines n'ont été mises au point que récemment; elles diffèrent beaucoup des techniques de carottage des forages pétroliers, et n'ont été mises en oeuvre auparavant que dans la mer du nord au large de la côte de Yorkshire et dans le Pacifique au large du Chili. Les techniques mises au point pour les recherches sous-marines effectuées au large du Cap Breton enrichiront considérablement les connaissances techniques dont on dispose actuellement pour les opérations de recherche de houille en zones sous-marines.





Unité de recherche sur les oiseaux de mer
Service canadien de la faune
Service de gestion environnementale
Ministère des pêches et de l'environnement



Unité de recherches sur les oiseaux de mer du Service canadien de la faune¹

Les oiseaux de mer qui s'assemblent en grand nombre dans les eaux côtières et les eaux situées au large des côtes du Canada, et qui utilisent ces eaux, sont de plus en plus menacés en raison de l'accélération de certaines activités de l'homme. La pollution des mers par les hydrocarbures, qui constitue actuellement la plus grande menace pour les oiseaux de mer, est générale et se développe à un rythme alarmant. Dans le passé la plus grande partie de cette pollution marine était due à des déversements volontaires par les pétroliers en mer ou à des accidents aux sites de forage ou au cours du transport du pétrole en mer. La menace actuelle est encore plus sinistre car la recherche et l'exploitation sous-marines des hydrocarbures se développent rapidement dans l'Arctique oriental canadien et dans les Provinces atlantiques, où l'information, les connaissances, la technologie et les conditions nécessaires à des forages sous-marins sans risques sont limitées.

Le danger croissant qui menace les oiseaux de mer et le reste de la faune marine ont amené le Service canadien de la faune à organiser et mettre en

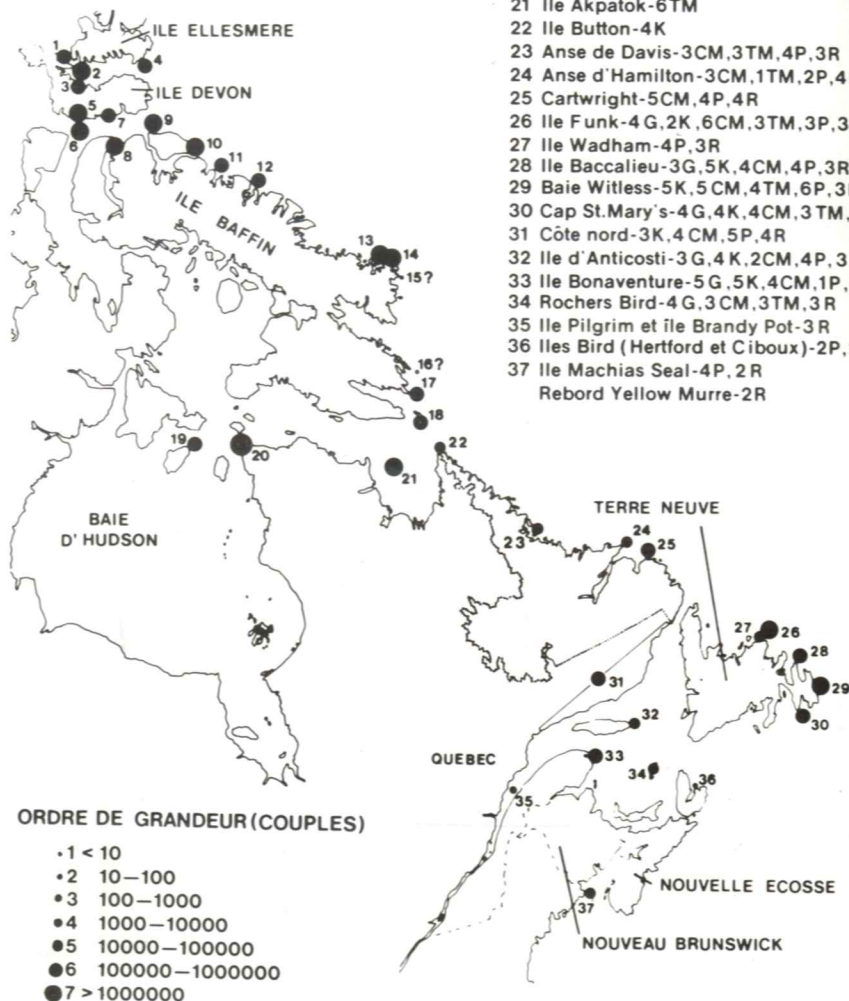


Guillemots (au premier plan) et fous de Bassan septentrionaux sur l'île Funk à Terre-Neuve. Cette île est à l'emplacement 26 sur la carte suivante. (avec la permission de D. N. Nettleship)

¹Le texte qui suit décrit les activités du programme intitulé "Etudes sur les oiseaux de mer septentrionaux" du Service canadien de la faune du Ministère des Pêches et de l'Environnement du Canada (Rapport N° 67).

- 1 Iles de North Kent et de Calf-4BG
- 2 Cap Véra-5F,BG
- 3 Point Skruis-4BG
- 4 Ile Coburg-5TM,4K,3F,BG
- 5 Cap Liddon-4F
- 6 Ile de prince Léopold-5F,6K,6TM
- 7 Anse de Hobhouse-5F
- 8 Baie Baillarge-5F
- 9 Cap Hay-5K,6TM
- 10 Cap Graham Moore-4K,5TM

- 11 Golfe Buchan-5F
- 12 Anse de Scott-5F
- 13 Cap Searle-6F
- 14 Baie Reid-4F,6TM
- 15 Détroit d'Exeter-?F,?TM
- 16 Ile Lady Franklin-TM,K
- 17 Terre de Lok-K
- 18 Groupe d'îles Résolution-F,4K,5TM
- 19 Ile Coats-5TM
- 20 Détroit de Digges-6TM
- 21 Ile Akpatok-6TM
- 22 Ile Button-4K
- 23 Anse de Davis-3CM,3TM,4P,3R
- 24 Anse d'Hamilton-3CM,1TM,2P,4R
- 25 Cartwright-5CM,4P,4R
- 26 Ile Funk-4G,2K,6CM,3TM,3P,3R
- 27 Ile Wadham-4P,3R
- 28 Ile Baccalieu-3G,5K,4CM,4P,3R
- 29 Baie Witless-5K,5CM,4TM,6P,3R
- 30 Cap St.Mary's-4G,4K,4CM,3TM,2R
- 31 Côte nord-3K,4CM,5P,4R
- 32 Ile d'Anticosti-3G,4K,2CM,4P,3R
- 33 Ile Bonaventure-5G,5K,4CM,1P,3R
- 34 Rochers Bird-4G,3CM,3TM,3R
- 35 Ile Pilgrim et île Brandy Pot-3R
- 36 Iles Bird (Hertford et Ciboux)-2P,2R
- 37 Ile Machias Seal-4P,2R



Les plus grandes colonies d'oiseaux de mer de l'Est du Canada sont représentées ici. La taille totale de la colonie et la taille de la population de l'espèce principale sont données sous forme du nombre de couples en âge de se reproduire selon le facteur décimal le plus proche. Symboles: F. pétrel fulmar septentrional; G. fou de Bassan septentrional; K. mouette tridactyle à pattes noires; R. petit pingouin; CM. guillemot; TM. guillemot de Brünnich; BG. guillemot à miroir; et P. macareux moine.

route en 1969 une étude complète de la reproduction et de la répartition pélagique ou océanique des oiseaux de mer dans l'Est du Canada. Les buts immédiats étaient de:

- (1) cataloguer les sites de reproduction (emplacement, composition par espèces, taille de population) dans l'Arctique oriental canadien et dans l'Atlantique au nord de 40°N et à l'ouest de 40°O;
- (2) recueillir des observations quantitatives sur la répartition des oiseaux de mer dans la même zone pour montrer leur utilisation de l'habitat aquatique et leurs autres besoins environnementaux au long du cycle annuel.

Le but général était de constituer un corps de données qui permettrait aux gestionnaires des ressources de procéder à des estimations basées sur des faits et de prédire l'effet de l'expansion industrielle et des activités de développement des ressources sur les populations d'oiseaux de mer de l'Est du Canada - notamment lorsqu'ils évaluent les effets probables de la pollution pétrolière et autres dangers de ce genre pour l'environnement. Les recherches sur les oiseaux de mer ont commencé à l'IOB en 1971 et l'Unité de recherche sur les oiseaux de mer a été établie en 1976. Les résultats des études que nous avons faites jusqu'à présent sont résumés dans Brown *et al.* (1975) Atlas of eastern Canadian Seabirds. Can. Wildlife Serv., Ottawa, et Nettleship (1977b) (voir Section F, Principales publications de 1977/78, Publication de l'Unité de recherches sur les oiseaux de mer du SCF).

Les études suivantes ont été réalisées en 1977 et 1978 au titre du programme sur les oiseaux de mer dans les régions maritimes de l'Est du Canada:

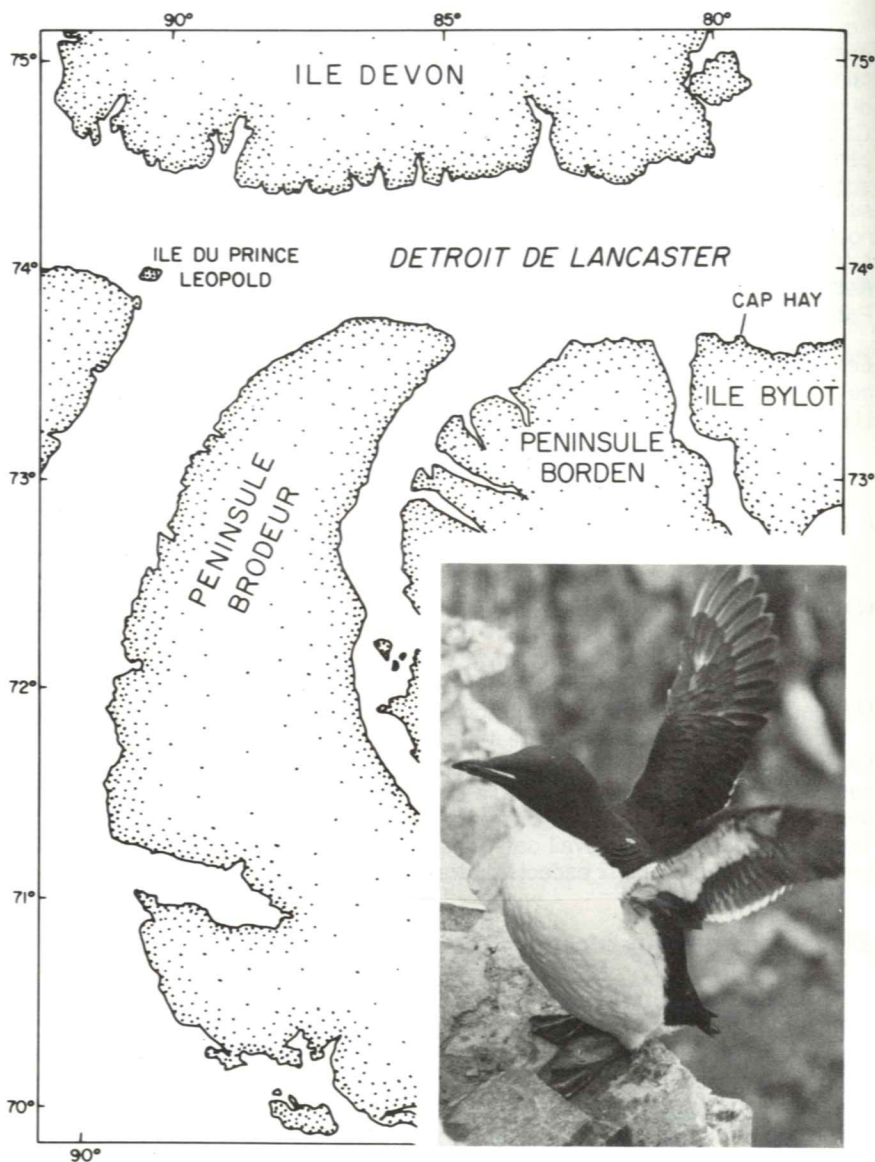
- (1) l'achèvement d'une étude de quatre ans (1975-78) sur la structure communautaire et la répartition des ressources des populations d'oiseaux de mer qui se reproduisent à l'île du Prince Léopold dans le détroit de Lancaster;
- (2) des levés (par bateau et avion ou hélicoptère) de la répartition des oiseaux de mer dans les zones du détroit de Lancaster, de la baie Baffin, du détroit de Davis, de la mer du Labrador et de l'Atlantique nord occidental;
- (3) des analyses des populations de fulmars septentrionaux *Fulmarus glacialis*, de mouettes tridactyles à pattes noires *Rissa tridactyla*, et de guillemots de Brünnich à bec épais *Uria lomvia* dans le détroit de Lancaster et le détroit de Jones; et
- (4) des levés préliminaires des colonies d'oiseaux de mer qui nichent le long de la côte du Labrador, du détroit de Belle Isle au cap Chidley.

Le programme de l'Unité de recherche sur les oiseaux de mer se divise nettement en deux parties: l'écologie de la reproduction et l'écologie pélagique des oiseaux de mer. MM. F. Brazeau, R. Elliot, E. Greene, M. Malone et S. Tingley ont participé au travail de l'Unité en 1977 et 1978. On trouvera ci-après un résumé des principaux aspects du travail fait en 1977 et 1978.

Etudes des oiseaux nicheurs

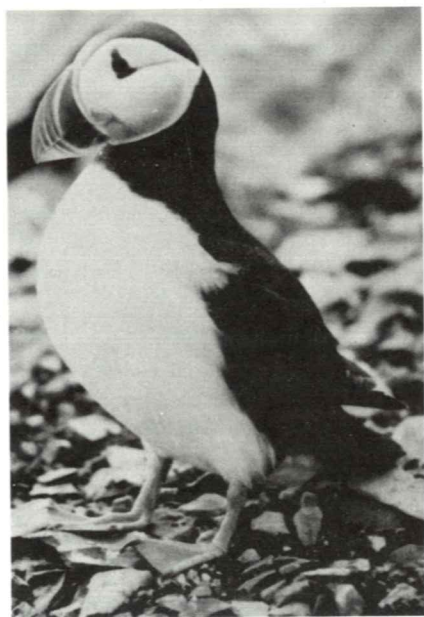
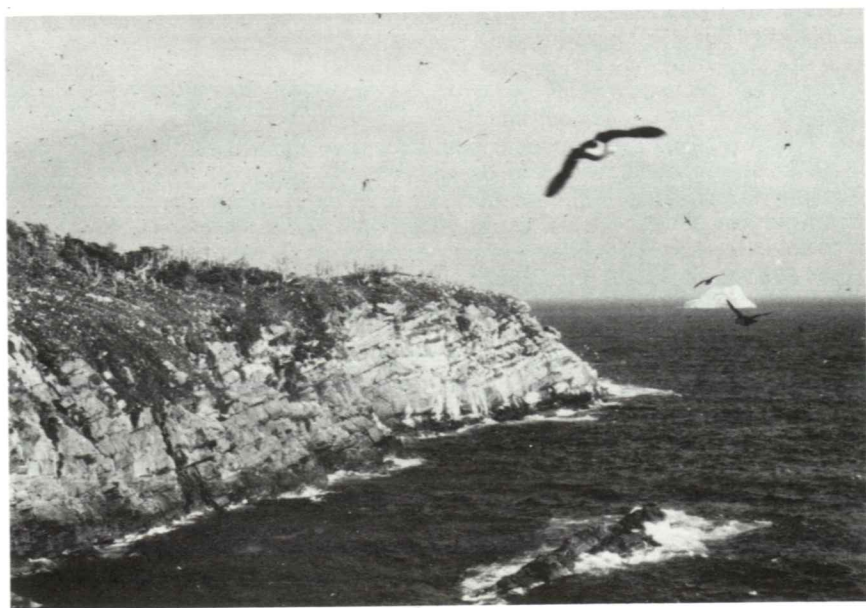
Le principal projet de 1977-78 a été la continuation et l'achèvement des recherches sur l'abondance, les coutumes d'habitat, l'époque de reproduction, le pourcentage de reproduction et l'écologie de nutrition des populations de cinq espèces d'oiseaux de mer (le fulmar septentrional, le goéland bourgmestre *Larus hyperboreus*, la mouette tridactyle à pattes noires, le guillemot de Brünnich à bec épais et le guillemot à miroir *Cephus grylle*) sur les falaises de l'île du Prince Léopold (voir Nettleship, 1977b); plus un examen des caractéristiques de reproduction des mouettes tridactyles et des guillemots au cap Hay, à l'île Bylot et à l'île Coburg. Les résultats préliminaires de l'analyse de certaines variables des populations, qui sont liées à la reproduction montrent

entre autres que la morue arctique *Boreogadus saida* est aussi importante pour l'écologie de nutrition des oiseaux de mer du haut Arctique que le capelan *Mallotus villosus* pour les oiseaux qui vivent autour de Terre-Neuve et que l'anchois pour les oiseaux de mer du Pérou. Le travail fait au cours de l'été 1978 a été particulièrement important parce qu'il a apporté des renseignements sur les réactions des oiseaux à des conditions climatiques rigoureuses, en une année où la glace n'a pas cédé dans le détroit de Lancaster. Le but à long



Les populations de guillemots de Brunnich du cap Hay (île Bylot) et de l'île du Prince Léopold ont diminué ces dernières années (voir le texte). (avec la permission de D. N. Nettleship)

terme de ce travail est de fournir un corps de données et un modèle de simulation permettant de faire des estimations et des prédictions des changements de densité de population, des changements de biomasse et des



La Grande Ile, à Terre-Neuve, est le site de reproduction (en haut) le plus important d'Amérique du nord pour le macareux moine (en bas à gauche). Le guillemot (en bas à droite) y fait aussi son nid. (avec la permission de D. N. Nettleship)

besoins bioénergétiques des populations résidentes d'espèces nicheuses, surtout en ce qui concerne la saison de reproduction. Combinées, ces données aideront à formuler une politique de gestion et à identifier les moyens de protéger et de maintenir ces populations en danger. Le besoin le plus pressant est de montrer les effets éventuels d'un oléoduc traversant le détroit de Barrow, et des forages pétroliers en profondeur à l'entrée est du détroit de Lancaster et dans le nord ouest de la baie Baffin.

Un réexamen de la colonie de guillemots de Brünnich à bec épais du cap Hay dans l'île de Bylot, effectué en 1978, confirme les résultats des études antérieures, à savoir que la population a diminué d'entre 20 et 40% entre 1957 et 1976. Une mortalité anormale d'oiseaux noyés dans les filets dérivants à saumons et tués par les chasseurs pendant leur séjour dans l'ouest du Groenland loin de leur colonie explique probablement ce déclin. Certains faits semblent indiquer qu'un tel déclin n'est pas limité à la colonie du cap Hay mais a peut-être eu lieu aussi dans d'autres colonies du détroit de Lancaster et du détroit d'Hudson. Cette recherche se poursuivra en 1979.

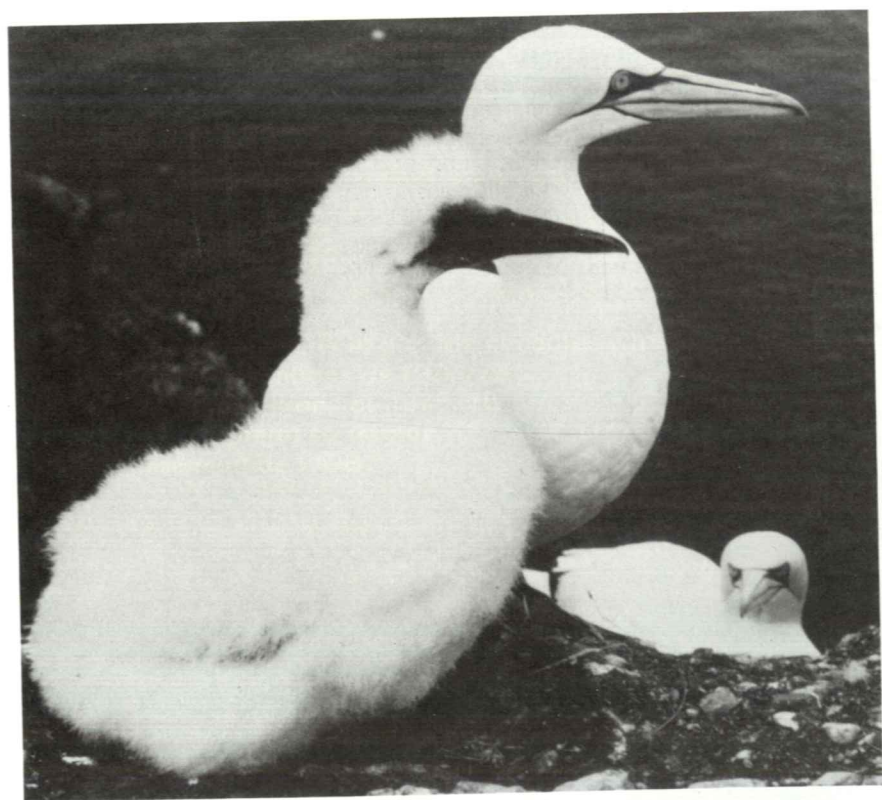
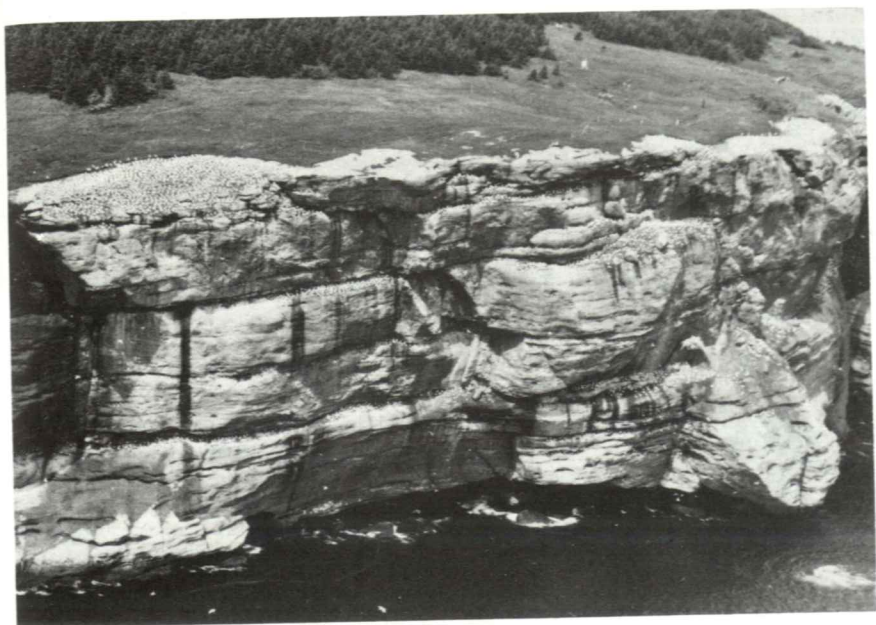
Plus au sud l'Unité a effectué un levé aérien de la côte est du Labrador en 1978, et a découvert ce faisant douze nouvelles colonies d'oiseaux de mer. Des observateurs ont été débarqués dans plusieurs colonies du Labrador, pour estimer la taille des populations nicheuses et pour établir des zones permanentes d'étude qui permettent de mesurer les changements de niveau des populations dans l'avenir. On a aussi étudié en 1978 la structure interne des colonies de goélands argentés *Larus argentatus* et les taux de retour au nid des macareux moines *Fratercula arctica* dans les colonies de reproduction de la Grande Ile dans la baie Witless à Terre-Neuve.

Etudes d'oiseaux en mer

Pour permettre aux études de répartition des oiseaux de mer de couvrir des zones plus étendues, l'Unité a placé des observateurs à bord des navires de l'IOB pour plusieurs expéditions faites en 1977 et 1978 - par exemple sur le CSS *Hudson* pour ses deux expéditions dans le nord de la baie Baffin. En raison de l'importance des oiseaux de mer au Pérou, l'Unité a aussi participé à l'expédition du CSS *Baffin* dans cette région à la fin de 1977; le programme consacré aux oiseaux de mer est en fait le seul qui se soit déroulé pendant toute la durée de l'expédition. De nombreux renseignements ont été recueillis sur l'écologie pélagique des oiseaux de mer du guano péruvien; et on a pu faire des comparaisons et noter les différences entre les oiseaux de cet upwelling et ceux du système beaucoup plus faible situé au large du Sénégal, qui avait été étudié au cours d'une expédition du CSS *Baffin* dans cette région au début de 1976. L'Unité a aussi placé des observateurs à bord des expéditions de pêche basées à St Jean de Terre-Neuve. Il s'agissait là surtout d'étudier les rapports entre oiseaux de mer et capelans, proie importante et maintenant très pêchée.

L'Unité étudie depuis 1974 les rapports entre oiseaux de mer et divers paramètres océanographiques, au large de l'île Brier en Nouvelle Ecosse, à l'entrée de la baie de Fundy. Il y a là à la fin d'août, dans ce qui est nettement une zone de grande abondance locale de nourriture, de grands nombres de

Page d'en face, en haut: vue aérienne d'une partie de la colonie de fous de Bassan septentrionaux de l'île Bonaventure au Québec, montrant les principaux habitats de reproduction; en bas, un jeune oiseau (au premier plan) et l'un de ses parents. (avec la permission de D. N. Nettleship)



puffins majeurs *Puffinus gravis* et de phalaropes à bec large *Phalaropus fulicarius*. On pourrait décrire le mécanisme de base de ce phénomène comme une "pompe de marée". De forts écoulements de marée rencontrent des corniches sous-marines qui atteignent presque la surface. Il y a une turbulence verticale considérable et l'eau fraîche du fond est entraînée à la surface, dérive avec le courant et s'enfonce finalement dans une série de fronts de convergence. Les copépodes sont amenés en même temps à la surface et sont concentrés sur les corniches et dans les fronts, où ils sont mangés par les phalaropes. De grands essaims de l'euphasiacée *Meganyctiphanes norvegica* viennent aussi à la surface pendant les heures de jour, apparemment pour se nourrir de copépodes; ils sont à leur tour mangés par les puffins, par de grandes mouettes et par des baleines à filtre, des maquereaux *Scomber scombrus*, des harengs *Clupea harengus* et des calmars *Illex illecebrosus*. En 1977 et en 1978 l'Unité a étudié une autre "pompe à marée" dans le passage de Head Harbour au Nouveau Brunswick, de l'autre côté de la baie de Fundy. Ce système amène aussi des copépodes et des euphasiacées à la surface mais, pour des raisons encore mal comprises, ce sont des phalaropes à bec étroit *Lobipes lobatus* qui s'en nourrissent au lieu des phalaropes à bec large, et des mouettes de Bonaparte *Larus philadelphia* au lieu des puffins majeurs.

Futures études

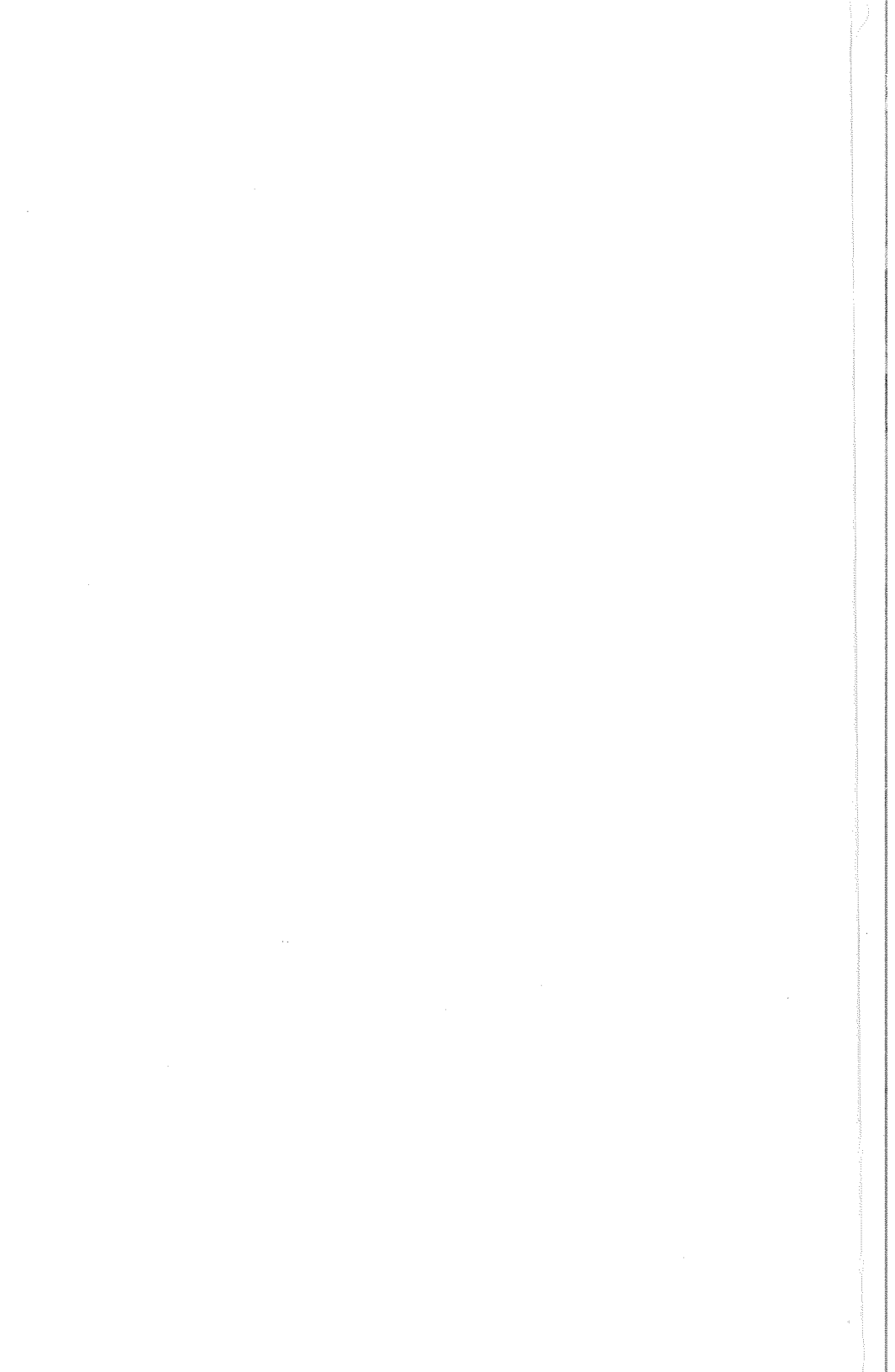
Tout en poursuivant ses travaux sur l'écologie pélagique et l'écologie de reproduction des oiseaux de mer dans les régions de l'Arctique canadien oriental et de l'ouest du Groenland, l'Unité se consacrera principalement en 1979 et en 1980 à la mise en route d'un programme intégré d'étude des colonies de reproduction et des oiseaux en milieu pélagique, centré sur le plateau du Labrador méridional. La principale composante du programme scientifique sera l'écologie comparée des cinq espèces nicheuses de pingouins. Ce travail sur les oiseaux de mer du Labrador constituera la contribution du Service canadien de la faune au Levé biologique des eaux côtières du Labrador (OLABS). Enfin l'Unité entreprendra un projet d'examen d'un certain nombre de paramètres de population (productivité, survie des adultes, survie jusqu'à l'âge de la reproduction) afin de construire des tables de vie pour le petit pingouin *Alca torda*, le guillemot de Brünnich *Uria lomvia*, le guillemot de Troll *Uria aalge*, le guillemot à miroir *Cephus grylle* et le macareux moine *Fratercula arctica* de l'Est du Canada.

R. G. B. Brown et D. N. Nettleship



Annexes

- Personnel de recherche et d'étude et cadres supérieurs
- Principales publications de 1977/78
- Principales expéditions de 1975/76
- MM.W.L.Ford prend sa retraite
- Agrandissement de l'IOB



Personnel de recherche, personnel de levés et/ou cadres du personnel de soutien

A. Sciences océaniques et aquatiques, Atlantique

W. L. Ford - Directeur-Général

C. E. Murray - Relations publiques

H. B. Nicholls - Analyse des programmes et coordination des projets

Services de gestion

G. C. Bowdridge - Gestionnaire

Services administratifs: M. C. Bond¹, Chef

Q. V. Acker¹

L. A. Wood²

Services financiers: E. E. McMullin, Chef

S. M. Eddy²

L. Hume

E. Pottie¹

Services de la gestion du matériel: A. R. Mason, Chef

B. V. Anderson

B. G. Martin

A-1. Laboratoire océanographique de l'Atlantique

C. R. Mann - Directeur

C. D. Maunsell - Consultant scientifique

W. B. Bailey

Océanographie chimique: J. M. Bewers, Chef de division

J. L. Barron

J. D. Leonard

F. C. Tan

J. Campbell^{1, 3}

E. M. Levy

A. Walton²

A. R. Coote

G. Lord

P. A. Yeats

C. C. Cunningham

R. Pocklington

W. Young²

R. S. Hiltz

J. N. B. Smith¹

E. P. Jones

P. M. Strain

Océanographie côtière: C. S. Mason, Chef de division

D. S. Bezanson

A. J. Hartling

J. W. Pritchard

G. Bugden¹

F. Jordan

W. Richard¹

P. d'Entremont

K. Kranck

G. H. Seibert

D. Dobson

D. J. Lawrence

P. C. Smith

T. R. Foote

R. Lively

C. L. Tang

D. Greenberg¹

H. J. A. Neu

P. E. Vandall²

D. N. Gregory

B. D. Petrie

Hydrographie: R. C. Melanson², Hydrographe régional

R. C. Amero	S. R. Forbes	J. M. R. Pilote ²
T. S. Berkeley	V. J. Gaudet	G. Rockwell
D. A. Blaney	R. F. J. Gervais ¹	G. L. Schuetzenmeier
H. Boudreau	S. T. Grant	T. B. Smith
R. G. Burke	R. P. Haase	N. H. J. Stuifbergen
W. E. F. Burke ¹	M. A. Hemphill	M. G. Swim
R. M. Cameron	G. W. Henderson ¹	R. L. Tracey
E. J. Comeau	G. H. King	H. P. Varma
D. L. DeWolfe	J. Larose ¹	S. Weston ¹
G. R. Douglas ²	D. D. LeLievre	K. T. White
S. S. Dunbrack	E. Lischenski ¹	R. K. Williams
R. M. Eaton	P. L. McCarthy	
J. D. Ferguson	B. E. McCorriston ¹	

Métrologie: D. L. McKeown, Chef de division

A. S. Bennett	W. W. Hall ²	M. Stepanczak
J. J. Betlem	D. R. Harvey	J. P. Thorburn
J. Brooke	A. W. Herman	D. E. Wells
G. F. Connolly	P. G. Jollymore ²	W. J. Whiteway
J.-G. Dessureault	P. F. Kingston	S. W. Young
G. A. Fowler	D. F. Knox	
K. R. George	M. Mitchell ¹	

Circulation océanique: G. T. Needler, Chef de division

R. J. Anderson	R. M. Hendry	W. D. Regan ²
E. G. Banke	J. R. N. Lazier	C. K. Ross
B. D. Carson	T. H. Lim ^{1,3}	H. Sandstrom
R. A. Clarke	J. G. Murray	S. D. Smith
F. W. Dobson	N. S. Oakey	K. T. Tee
J. A. Elliott	P. Pozdnekoff	M. Wiechula ¹
S. J. Glazebrook	C. Quon	
W. B. Greifeneder	R. F. Reiniger	

A-2. Laboratoire d'écologie marine

A. R. Longhurst - Directeur

M. Blaxland - Directeur adjoint

Océanographie biologique: T. C. Platt, Chargé de programme

P. C. Beamish	W. G. Harrison ¹	S. A. Paulowich ²
R. J. Conover	M. Hodgson	D. D. Sameoto
K. L. Denman ²	B. D. Irwin	J. C. Smith
S. R. V. Durvasula	L. O. Jaroszynski	
W. B. Fraser	M. A. Paranjape	

Qualité de l'environnement: R. F. Addison, Chargé de programme

L. M. Cammen ^{1,3}	D. H. Loring	J. H. Vandermeulen
D. C. Darrow	P. Neame ^{2,3}	W. P. Vass
D. C. Gordon, Jr.	D. L. Peer	D. E. Willis
G. C. H. Harding	G. A. Phillips	M. E. Zinck
B. T. Hargrave	N. J. Prouse	
P. D. Keizer	R. T. T. Rantala	

Océanographie des pêches: R. W. Sheldon, Chargé de programme

P. F. Brodie	S. R. Kerr	W. H. Sutcliffe, Jr.
L. M. Dickie	T. C. Lambert	G. B. Taylor
R. G. Dowd	J. McRuer	R. W. Trites
K. F. Drinkwater	R. Shotton	D. M. Ware
K. R. Freeman	W. L. Silvert ¹	

Services de soutien et de champ: R. Edmonds

A-3. Ressources de l'Institut

R. L. G. Gilbert - Directeur

I. N. Plaunt - Analyste de programme

Navires: E. S. Smith, Chef de division

A. L. Adams	R. C. Gould ²	C. Pennell
E. N. Backman	L. E. Greek	E. Pothier
J. Baker	J. A. Hinds	W. Powroz
W. Bell	L. Holland	L. G. Pride
N. Best	A. M. Holler ²	P. Rafuse
C. Beuree	L. Jarvis	D. Reid
C. B. Chapman	O. Keeping	G. Reyno ²
J. H. Cliff	O. Lace	W. Reynolds
J. L. Cohrs ²	J. C. LeBlanc	J. A. Rippey
B. S. C. Conrad	H. A. LeJeune	C. J. Ritcey
H. D. Crowe	J. S. Lewis	R. Savoury
D. Deer	S. W. Lock	L. Scott
C. Devries ²	C. R. Lockyer	J. Seebach
R. Dickinson	C. MacLean	B. R. Smith ²
G. Duchesne	H. J. Martin	L. Strum
J. V. Fraser	G. Matthews	J. C. Taylor ²
F. T. Gay	H. Matthews	H. Teed
J. E. Gill	F. W. Mauger	G. E. Totten
J. R. Gillis	P. K. Mukerjee	G. H. Wilson

Services d'ingénierie: D. F. Dinn, Chef de division

R. B. Agass	J. F. Greig	G. D. Steeves
G. E. Awalt	E. J. Larsen	A. C. Stuart
J. G. Bruce	G. J. MacDonald	H. B. Sutherland
G. R. Caldwell	G. R. MacHattie	J. G. Vezina
M. Chin-Yee ¹	F. J. Muise	R. N. Vine
T. Clarke	A. D. Parsons	R. D. Wardrope
J. R. Cournoyer	C. E. Petersen	S. J. F. Winter
R. E. Delong	C. E. Polson	H. C. L. Woodhams
J. Etter	R. A. Schmeisser ²	
W. W. Goodwin	S. F. W. Spencer	

Services informatiques: A. T. McEwan, Chef

V. N. Beck	R. M. Macnab	I. Wells ²
D. R. Chang	B. J. Mooney	
J. G. Cuthbert	D. M. Porteous	

Services de bibliothèque: A. N. Nevill, Chef

A. M. Mazerall	N. C. Sabowitz	J. E. Sutherland
----------------	----------------	------------------

Services de publication: M. P. Latrémouille, Chef

A. D. Cosgrove	N. E. Fenerty	J. R. Lord ²
----------------	---------------	-------------------------

B. Centre géoscientifique de l'Atlantique

M. J. Keen¹ - Directeur

Administration: P. Stewart¹, Chef de sous-division

R. Eden²

Géologie du pétrole - Secteur de l'est: M. S. Barss, Chef de sous-division
suppléant

P. Ascoli	P. A. Hacquebard	L. P. Purcell ²
J. P. Bujak	I. A. Hardy	D. C. Umpleby
P. H. Doeven ^{1, 3}	I. M. Harris ²	J. A. Wade
F. M. Gradstein	R. D. Howie	G. L. Williams
A. C. Grant	L. F. Jansa	

Géologie du milieu marin: D. E. Buckley, Chef de sous-division

C. Amos ¹	B. Long ^{2, 3}	R. Taylor ¹
S. Blasco ¹	S. B. McCann ²	G. Vilks
T. Bryant ^{1, 3}	P. McLaren ¹	F. J. E. Wagner
R. E. Cranston	M. A. Rashid	D. A. Walker ²
R. A. Fitzgerald	G. E. Reinson	J. Willey ^{2, 3}
D. Frobél	K. R. Robertson	G. V. Winters
G. H. E. Joice ²	P. Rosen ^{1, 3}	
M. Lewis ¹	C. T. Schafer	

Programme de soutien: K. S. Manchester, Chef de sous-division

F. D. Ewing	D. E. Heffler	K. G. Shih
A. Fricker ¹	B. L. Johnston	R. Sparkes
G. Godden ²	D. R. Locke	D. Thorpe ¹
M. E. Gorveatt	A. G. Sherin	

Reconnaissance régionale: R. T. Haworth, Chef de sous-division suppléant

D. L. Barrett	R. T. Haworth	B. MacLean
V. F. Coady	M. D. Hughes	J. A. Nielsen
T. J. Corbett	H. R. Jackson	D. I. Ross ²
T. F. Courtney	W. H. Josenhans	M. Snoek ^{1, 2}
G. B. Fader	C. E. Keen	S. P. Srivastava
R. K. H. Falconer	L. H. King	W. J. M. van der Linden ²
R. H. Fillon	B. D. Loncarevic	J. M. Woodside
R. A. Folinsbee	J. B. MacIntyre	

C. Division des poissons d'eau de mer⁴

R. G. Halliday - Chef de division

Biostatistiques et dynamiques de population: W. T. Stobo, Chef

B. Beck	L. Cleary	K. Metuzals
L. Belzile	D. Gray	M. Sinclair
D. Clay	J. Hurley ²	D. Waldron

Comité consultatif scientifique canadien sur les pêches de l'Atlantique
Sécrétariat

D. Geddes

Systèmes de pêcheries: P. F. Lett, Chef

C. Albert	J. J. Maguire	R. Mohn
P. Bateman ²	W. Marshall	R. O'Boyle

D. Direction de la gestion et de la conservation des ressources, Division des Opérations, Bureau de la côte Est

T. W. Dexter - Gerant, Exploration sous-marine de la côte Est

D. C. Hunt G. D. Karg

E. Service canadien de la faune, Unité de recherches sur les oiseaux de mer

T. R. Birkhead ⁵	B. Dodge	A. R. Lock
R. G. B. Brown	A. J. Gaston	D. N. Nettleship
D. S. Currie	A. Linton	

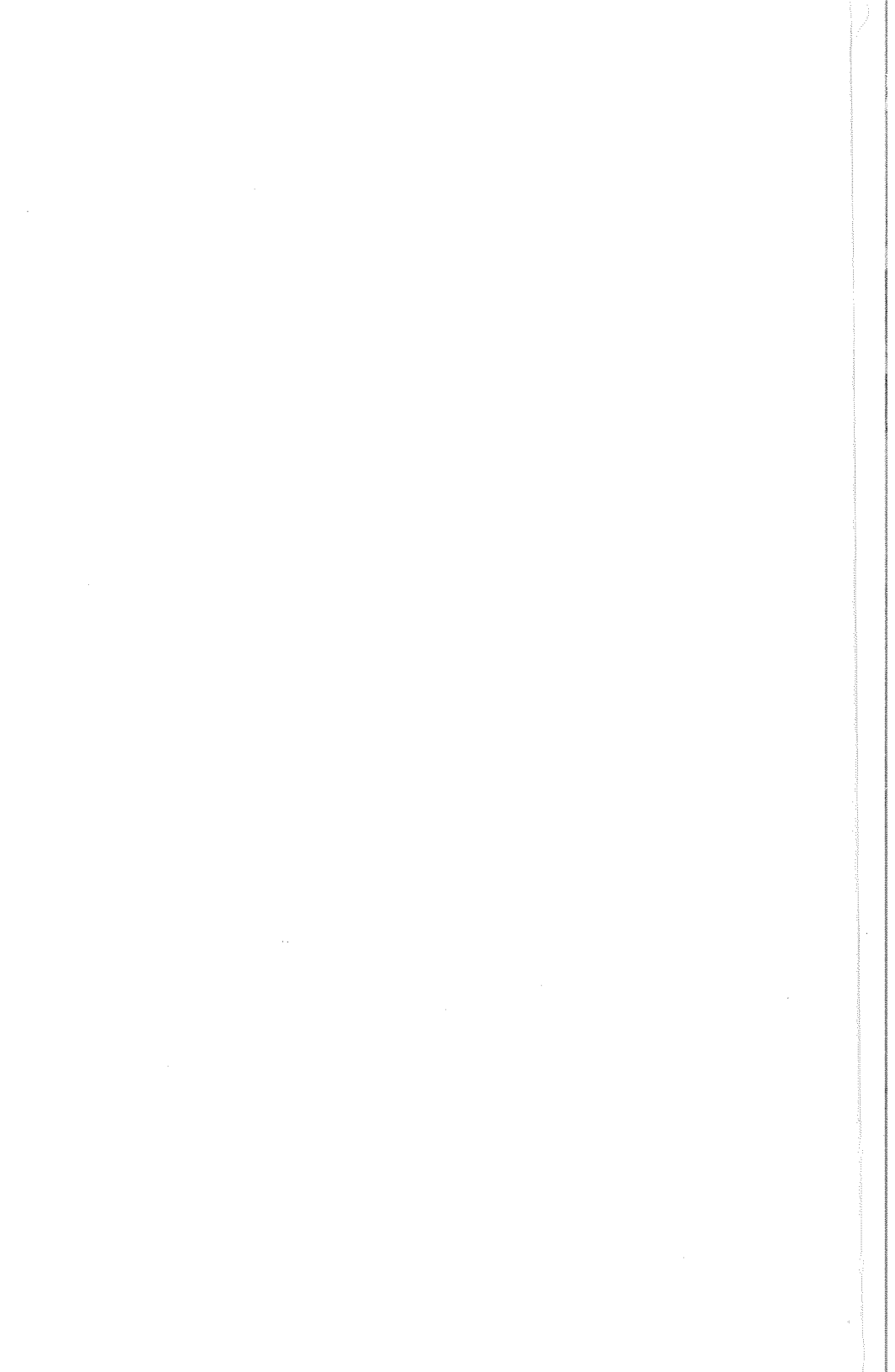
¹Nouvel employé

²N'est plus à l'emploi de l'I.O.B.

³Boursier post-doctoral

⁴La Division des poissons d'eau de mer est emménagé à l'Institut durant la période en revue.

⁵Collègue de recherche



Principales publications de 1977/78

Contributions de l'Institut Océanographique de Bedford

Sont rassemblées ici les contributions du personnel du Laboratoire océanographique de l'Atlantique, du Laboratoire d'écologie marine et du Centre géoscientifique de l'Atlantique en 1977 et 1978. Par contribution, on désigne un article scientifique d'un membre du personnel qui a été publié dans un périodique ou dans tout autre genre d'ouvrage, où s'exerce un système d'examen par d'autres spécialistes du même sujet. Les numéros des contributions figurent entre parenthèses à la fin de chaque référence et quelques articles de 1976, qui n'étaient pas disponibles lors de la publication du Rapport bisannuel précédent, ont été inclus. Les abréviations des titres de périodiques sont conformes au "Chemical Abstracts Service Source Index: 1907-1974 Cumulative."

ADDISON, R. F. 1976. Organochlorine compounds in aquatic organisms: their distribution, transport and physiological significance. In *Effects of Pollutants on Aquatic Organisms*, ed. A. P. M. Lockwood. *Society for Experimental Biology Seminar Series 2*: 127-143. (773)

ADDISON, R. F. 1977. Diphenyl ether - Another marine environmental contaminant. *Mar. Poll. Bull.* 8 (10): 237-240. (773)

ADDISON, R. F. and BRODIE, P. F. 1977. Organochlorine residues in maternal blubber, milk, and pub blubber from grey seals (*Halichoerus grypus*) from Sable Island, Nova Scotia. *J. Fish. Res. Board Can.* 34 (7): 937-941. (654)

ADDISON, R. F. and WILLIS, D. E. 1978. The metabolism by rainbow trout (*Salmo gairdnerii*) of ^{14}C -*p,p'*-DDT and some of its possible degradation products labelled with ^{14}C . *Toxicol. Appl. Pharmacol.* 43: 303-315. (711)

ADDISON, R. F. and ZINCK, M. E. 1977. Rate of conversion of ^{14}C -*p,p'*-DDT to *p,p'*-DDE by brook trout (*Salvelinus fontinalis*): Absence of effect of pretreatment of fish with compounds related to *p,p'*-DDT. *J. Fish. Res. Board Can.* 34 (1): 119-122. (632)

ADDISON, R. F., ZINCK, M. E., ACKMAN, R. G., and SIPOS, J. C. 1978. Behavior of DDT, polychlorinated biphenyls (PCBs) and dieldrin at various stages of refining of marine oils for edible use. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 55 (4): 391-394. (705)

ADDISON, R. F., ZINCK, M. E., and WILLIS, D. E. 1977. Mixed function oxidase enzymes in trout (*Salvelinus fontinalis*) liver: absence of induction following feeding of *p,p'*-DDT or *p,p'*-DDE. *Comp. Biochem. Physiol.* 57C: 39-43. (748)

ADDISON, R. F., ZINCK, M. E., and WILLIS, D. E. 1978. Induction of hepatic mixed-function oxidase (MFO) enzymes in trout (*Salvelinus fontinalis*) by feeding Aroclor^R 1254 or 3-methylcholanthrene. *Comp. Biochem. Physiol.* 61C: 323-325. (748)

AMOS, C. L. 1978. The postglacial evolution of the Minas Basin, Nova Scotia; a sedimentological interpretation. *J. Sediment. Petrol.* 48 (3): 965-982. (717)

AMOS, C. L. and COLLINS, M. B. 1978. The combined effects of wave motion and tidal currents on the morphology of intertidal ripple marks: The Wash, U.K. *J. Sediment. Petrol.* 48 (3): 849-856. (749)

BARRETT, D. L. and PURDY, G. M. 1978. IPOD survey area AT-6: Seismic refraction results. In *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, ed. W. G. Melson, P. D. Rabinowitz et al. U.S. Government Printing Office, Washington, 45: 49-53. (827)

BEAMISH, P. 1978. Evidence that a captive humpback whale (*Megaptera novaeangliae*) does not use sonar. *Deep-Sea Res.* 25 (5): 469-472. (774)

- BENJAMINSEN, T., BERGFLØDT, B., ØRITSLAND, T., BJØRGE, A., BRONNDAL, N., PAASCHE, A., SIVERTSEN, K., BRODIE, P., and TOKLUM, K. 1978. Harbour seal and grey seal investigations on the Norwegian coast from Nordmore to Sørhelgeland in 1977. *Saertrykk av "Rapporter" 1*: 9-12. (750)
- BENJAMINSEN, T., BERGFLODT, B., HUSE, I., BRODIE, P., and TOKLUM, K. 1977. Grey seal investigations on the Norwegian coast from Lofoten to Froya; September-November 1976. *Saertrykk av Fiskerinae ringens Forsoksfond "Rapporter" 1*: 24-33. (685)
- BEWERS, J. M. and YEATS, P. A. 1977. Oceanic residence times of trace metals. *Nature* 268 (5621): 595-598. (652)
- BEWERS, J. M. and YEATS, P. A. 1978. Trace metals in the waters of a partially mixed estuary. *Estuarine Coastal Mar. Sci.* 7 (2): 147-162. (692)
- BLACKFORD, B. L. 1978. Wind-driven inertial currents in the Magdalen Shallows, Gulf of St. Lawrence. *J. Phys. Oceanogr.* 8 (4): 653-664. (721)
- BLACKFORD, B. L. 1978. On the generation of internal waves by tidal flow over a sill - a possible nonlinear mechanism. *J. Mar. Res.* 36 (3): 529-549. (722)
- BRODIE, P. F. 1977. Form, function and energetics of Cetacea: A discussion. In *Functional Anatomy of Marine Mammals*, ed. R. J. Harrison. Academic Press (London, New York, San Francisco) 3: 45-58. (829)
- BRODIE, P. 1978. Alternative sampling device for aquatic organisms. *J. Fish. Res. Board Can.* 35 (6): 901-902. (713)
- BROOKE, J. and ELLIOTT, J. A. 1978. The Canadian Ocean Data Buoy System. In *Oceanology International 78*, ed. B. McCartney. The Institution of Electrical Engineers, UK: 57-63. (834)
- BUJAK, J. P., BARSS, M. S., and WILLIAMS, G. L. 1977. Offshore Eastern Canada. Parts 1 and 2 - Offshore eastern Canada's organic type and color and hydrocarbon potential. *Oil Gas J.*: 198-201 (April 4) and 96-100 (April 11).. (795)
- BUJAK, J. P. and WILLIAMS, G. L. 1977. Jurassic palynostratigraphy of offshore eastern Canada. In *Stratigraphic Micropaleontology of Atlantic Basin and Borderlands*, ed. F. M. Swain. Elsevier Scientif. Publ. Co., Amsterdam: 321-339. (796)
- BUTLER, J. N. and LEVY, E. M. 1978. Long-term fate of petroleum hydrocarbons after spills - compositional changes and microbial degradation. *J. Fish. Res. Board Can.* 35 (5): 604-605. (703)
- CLARKE, R. A. 1976. Measurements of a small near-bottom cyclonic circulation near the Gulf Stream axis. *J. Fish. Res. Board Can.* 33 (10): 2197-2202. (680)
- CONOVER, R. J. 1978. Feeding interactions in the pelagic zone. *Rapp. P.-V. Reun., Cons. Int. Explor. Mer.* 173: 66-76. (775)
- CONOVER, R. J. 1978. Transformation of organic matter. In *Marine Ecology - A Comprehensive, Integrated Treatise on Life in the Oceans and Coastal Waters. Volume IV. Dynamics*. John Wiley and Sons, Chapter 5: 221-499. (719)
- CONOVER, R. J. and PARANJAPPE, M. A. 1977. Comments on the use of a deep tank in planktological research. *Helgol. Wiss. Meeresunters.* 30: 105-117. (684)
- CRANSTON, R. E. and MURRAY, J. W. 1978. The determination of chromium species in natural waters. *Anal. Chim. Acta* 99: 275-282. (776)
- DARROW, D. C., ADDISON, R. F., and BAYNE, B. L. 1978. Induction of hypoxemia in brook trout (*Salvelinus fontinalis*) following their exposure to *n*-decanohydroxamic acid, a component of an experimental iron ore flotation agent. *Comp. Biochem. Physiol.* 60C: 83-87. (732)

- DARROW, D. C., ADDISON, R. F., and LAW, F. C. P. 1978. Disposition of diphenyl ether following intravenous administration to thorny skate (*Raja radiata*). *Comp. Biochem. Physiol.* 61C: 317-321. (742)
- DEAN, W. E., GARDNER, J. V., JANSKA, L. F., CEPEK, P., and SEIBOLD, E. 1977. Cyclic sedimentation along the continental margin of northwest Africa. In Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project, ed. Y. Lancelot, E. Seibold, et al. US Government Printing Office, Washington, 41: 965-990. (817)
- DENMAN, K. L. 1977. Short term variability in vertical chlorophyll structure. *Limnol. Oceanogr.* 22 (3): 434-441. (676)
- DENMAN, K. L. and HERMAN, A. W. 1978. Space-time structure of a continental shelf ecological system measured by a towed porpoise vehicle. *J. Mar. Res.* 36 (4): 693-714. (777)
- DENMAN, K., OKUBO, A., and PLATT, T. 1977. The chlorophyll fluctuation spectrum in the sea. *Limnol. Oceanogr.* 22 (6): 1033-1038. (736)
- DENMAN, K. L. and PLATT, T. 1977. Biological prediction in the sea. In Modelling and Prediction of the Upper Layers of the Ocean, ed. E. Kraus. Pergamon Press, Oxford, UK and New York, NY, chapter 14: 251-260. (657)
- DOBSON, F. W. and ELLIOTT, J. A. 1978. Wave-pressure correlation measurements over growing sea waves with a wave follower and fixed-height pressure sensors. In Turbulent Fluxes through the Sea Surface, Wave Dynamics, and Prediction, ed. A. Farre and K. Hasselmann. Plenum Press, New York and London: 421-432. (797)
- ELLIOTT, J. A. and OAKLEY, N. S. 1976. Spectrum of small-scale oceanic temperature gradients. *J. Fish. Res. Board Can.* 33 (10): 2296-2306. (639)
- EVITT, W. R., LENTIN, J. K., MILLIQUOD, M. E., STOVER, L. E., and WILLIAMS, G. L. 1977. Dinoflagellate cyst terminology. *Geol. Surv. Can., Pap.* 76-34: 1-11. (636)
- FADER, G. B., KING, L. H., and MacLEAN, B. 1977. Surficial geology of the eastern Gulf of Maine and Bay of Fundy. *Geol. Surv. Can., Pap.* 76-17/Marine Science Pap. 19: 22 pp. + map. (661)
- FILLON, R. H., FERGUSON, C., and THOMAS, F. 1978. Cenozoic provenance and sediment cycling: Hamilton Bank, Labrador Shelf. *J. Sediment. Petrol.* 48 (1): 253-268. (648)
- FILLON, R. H., FOLINSBEE, R. A., and PALMER, R. 1978. Deep shelf and slope terraces off northern Labrador. *Nature* 273 (5665): 743-746. (704)
- GARDNER, J. V., DEAN, W. E., and JANSKA, L. 1977. Sediments recovered from the northwest African continental margin. Leg 41, Deep Sea Drilling Project. In Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project, ed. Y. Lancelot, E. Seibold, et al. US Government Printing Office, Washington, 41: 1121-1134. (818)
- GARRETT, C. J. R., KEELEY, J. R., and GREENBERG, D. A. 1978. Tidal mixing versus thermal stratification in the Bay of Fundy and Gulf of Maine. *Mar. Poll. Bull.* 9: 403-423. (726)
- GILFILLAN, E. S. and VANDERMEULEN, J. H. 1978. Alterations in growth and physiology in soft-shell clams, *Mya arenaria*, chronically oiled with Bunker C from Chedabucto Bay, Nova Scotia, 1970-1976. *J. Fish. Res. Board Can.* 35 (5): 630-636. (778)
- GORDON, D. C., JR. 1977. Variability of particulate organic carbon and nitrogen along the Halifax-Bermuda Section. *Deep-Sea Res.* 24: 257-270. (655)
- GORDON, D. C., JR., DALE, J., and KEIZER, P. D. 1978. Importance of sediment working by the deposit-feeding polychaete *Arenicola marina* on the weathering rate of sediment bound oil. *J. Fish. Res. Board Can.* 35(5): 591-603. (708)

- GORDON, D. C., JR., KEIZER, P. D., and DALE, J. 1978. Temporal variations and probable origins of hydrocarbons in the water column of Bedford Basin, Nova Scotia. *Estuarine Coastal Mar. Sci.* 7(3): 243-256. (826)
- GRADSTEIN, F. M. 1978. Jurassic Grand Banks foraminifera. *J. Foraminiferal Res.* 8 (2): 97-109. (779)
- GRADSTEIN, F. M. 1978. Biostratigraphy of Lower Cretaceous Blake Nose and Blake-Bahama Basin foraminifers, DSDP Leg 44, western North Atlantic Ocean. In Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project, ed. W. E. Benson, R. E. Sheridan, et al. US Government Printing Office, Washington, 44: 663-702. (798)
- GRADSTEIN, F. M. 1978. 1. Foraminifera from DSDP Site 370, Leg 41, eastern North Atlantic Ocean. In Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project, Supplement to Volumes 38, 39, 40, and 41. US Government Printing Office, Washington, Part IV: 779-782. (830)
- GRADSTEIN, F. M., BUKRY, D., HABIB, D., RENZ, O., ROTH, P. H., SCHMIDT, R. R., WEAVER, F. M., and WIND, F. H. 1978. Biostratigraphic summary of DSDP Leg 44: Western North Atlantic Ocean. In Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project, ed. W. E. Benson, R. E. Sheridan, et al. US Government Printing Office, Washington, 44: 657-662. (799)
- GRADSTEIN, F. M., GRANT, A. C., and JANSKA, L. F. 1977. Grand Banks and J-Anomaly Ridge: A geological comparison. *Science* 197: 1074-1076. (751)
- GRADSTEIN, F. M., GRANT, A. C., and JANSKA, L. F. 1978. Grand Banks and J-Anomaly Ridge: A reply. *Science* 202: 73. (752)
- GRANT, A. C. 1977. Multichannel seismic reflection profiles of the continental crust beneath the Newfoundland ridge. *Nature* 270 (5632): 22-35. (694)
- HALL, J. M., BARRETT, D. L., and KEEN, C. E. 1977. The volcanic layer of the ocean crust adjacent to Canada - a review. In Volcanic Regimes in Canada, ed. W. R. A. Baragar, L. C. Coleman, and J. M. Hall. *Geol. Assoc. Can. Spec. Pap.* 16: 425-444. (800)
- HALL, G. C., WILLIS, D. E., ADDISON, R. F., and LAW, F. C. P. 1978. A spectrophotometric assay of trout (*Salvelinus fontinalis*) liver diphenyl ether hydroxylase activity. *Anal. Biochem.* 90: 510-515. (753)
- HARDING, G. C. H. 1977. Surface area of the euphausiid *Thysanoëssa raschii* and its relation to body length, weight, and respiration. *J. Fish. Res. Board Can.* 34 (2): 225-231. (635)
- HARDING, G. C. H. and VASS, W. P. 1977. Uptake from sea water and clearance of ¹⁴C-*p,p'*-DDT by the marine copepod *Calanus finmarchicus*. *J. Fish. Res. Board Can.* 34 (2): 177-182. (633)
- HARGRAVE, B. T. 1978. Seasonal changes in oxygen uptake by settled particulate matter and sediments in a marine bay. *J. Fish. Res. Board Can.* 35 (12): 1621-1628. (746)
- HARGRAVE, B. T. and CONNOLLY, G. F. 1978. A device to collect supernatant water for measurement of the flux of dissolved compounds across sediment surfaces. *Limnol. Oceanogr.* 23 (5): 1005-1010. (715)
- HARGRAVE, B. T. and KAMP NIELSEN, L. 1977. Accumulation of sedimentary organic matter at the base of steep bottom gradients. In Interactions Between Sediments and Water, ed. H. L. Golterman. Pudoc Publ., Amsterdam: 168-173. (781)
- HARGRAVE, B. T. and KRANCK, K. 1976. Adsorption and transport of pollutants on suspended particles. In Proceed. Symposium on Non-biological Transport and Transformation of Pollutants on Land and Water: Processes and Critical Data Required for Predictive Description, May 11-13, 1976. National Bureau of Standards, Gaithersburg, Maryland, USA. (739)
- HARGRAVE, B. T. and PHILLIPS, G. A. 1977. Oxygen uptake of microbial communities on solid surfaces. In Aquatic Microbial Communities, ed. J. Cairns. Garland Publ. Co., New York, NY: 545-587. (745)

- HARGRAVE, B. T. and TAGUCHI, S. 1978. Origin of deposited material sedimented in a marine bay. *J. Fish. Res. Board Can.* 35 (12): 1604-1613. (744)
- HAWORTH, R. T. 1977. The continental crust northeast of Newfoundland and its ancestral relationship to the Charlie Fracture Zone. *Nature* 266 (5599): 241-249. (628)
- HAWORTH, R. T. 1978. Interpretation of geophysical data in the northern Gulf of St. Lawrence and its relevance to lower Paleozoic geology. *Bull. Geol. Soc. Am.* 89: 1097-1110. (770)
- HAWORTH, R. T., LEFORT, J. P., and MILLER, H. G. 1978. Geophysical evidence for an east dipping Appalachian subduction zone beneath Newfoundland. *Geology* 6: 522-526. (771)
- HAWORTH, R. T. and MACINTYRE, J. B. 1977. Gravity and magnetic fields of the Gulf of St. Lawrence, Canada. *Marine Science Pap. 15/Geol. Surv. Can., Pap.* 75-42: 1-11. (634)
- HEFFLER, D. E. and LOCKE, D. R. 1977. A deep ocean release mechanism. *Mar. Geophys. Res.* 3: 229-232. (672)
- HERMAN, A. W. and DENMAN, K. L. 1977. Rapid underway profiling of chlorophyll with an *in situ* fluorometer mounted on a "Batfish" vehicle. *Deep-Sea Res.* 24 (4): 385-397. (642)
- HOUGHTON, R. W., SMITH, P. C., and FOURNIER, R. O. 1978. A simple model for cross-shelf mixing on the Scotian Shelf. *J. Fish. Res. Board Can.* 35 (4): 414-421. (754)
- HYNDMAN, R. D., ROGERS, G. C., BONE, M. N., LISTER, C. R. B., WADE, U. S., BARRETT, D. L., DOWS, E. E., LEWIS, T., LYNCH, S., and SEEMAN, D. 1978. Geophysical measurements in the region of the Explorer Ridge off western Canada. *Can. J. Earth Sci.* 15 (9): 1508-1525. (679)
- JACKSON, H. R., KEEN, C. E., and BARRETT, D. L. 1977. Geophysical studies on the eastern continental margin of Baffin Bay and in Lancaster Sound. *Can. J. Earth Sci.* 14: 1991-2001 (701)
- JANSA, L., GARDNER, J. V., and DEAN, W. E. 1977. Mesozoic sequences of the central North Atlantic. In Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project, ed. Y. Lancelot, E. Seibold, et al. US Government Printing Office, 41: 991-1032. (819)
- JANSA, L. F., MAMET, B., and ROUX, A. 1978. Viséan limestones from the Newfoundland Shelf. *Can. J. Earth Sci.* 15 (9): 1422-1436. (782)
- JANSA, L. F. and McQUEEN, R. 1978. Hydrocarbon potential of the central North Atlantic Basin. *Geosci. Can.* 15 (4): 176-183. (801)
- JONES, E. P. and SMITH, S. D. 1977. A first measurement of sea-air CO₂ flux by eddy correlation. *J. Geophys. Res.* 82 (37): 5990-5992. (671)
- JONES, E. P. and SMITH, S. D. 1978. Eddy correlation measurement of sea-air CO₂ flux. In Turbulent Fluxes through the Sea Surface, Wave Dynamics, and Prediction, ed. A. Farre and K. Hasselmann. Plenum Press, New York and London: 137-149. (802)
- JONES, E. P. and SMITH, S. D. 1978. The air density corrections to eddy flux measurements. *Boundary-Layer Meteorol.* 15: 357-360. (755)
- JONES, E. P., WARD, T. V., and ZWICK, H. H. 1978. A fast response atmospheric CO₂ sensor for eddy correlation flux measurements. *Atmos Environ.* 12: 845-851. (670)
- JOSENHANS, H. W., KING, L. H., and FADER, G. H. 1978. A side-scan sonar mosaic of pockmarks on the Scotian Shelf. *Can. J. Earth Sci.* 15 (5): 831-840. (706)
- KÄSE, R. H. and CLARKE, R. A. 1978. High frequency internal waves in the upper thermocline during GATE. *Deep-Sea Res.* 25(9): 815-826. (835)

- KEEN, C. E., HALL, B. R., and SULLIVAN, K. D. 1977. Mesozoic evolution of the Newfoundland Basin. *Earth Planet. Sci. Lett.* 37: 307-320. (659)
- KEIZER, P. D., AHERN, T. P., DALE, J., and VANDERMEULEN, J. H. 1978. Residues of Bunker C oil in Chedabucto Bay, Nova Scotia, six years after the Arrow spill. *J. Fish. Res. Board Can.* 35 (5): 528-535. (783)
- KEIZER, P. D., DALE, J., and GORDON, D. C., JR. 1978. Hydrocarbons in surficial sediments from the Scotian Shelf. *Geochim. Cosmochim. Acta* 42: 165-172. (697)
- KEIZER, P. D., GORDON, D. C., JR., and DALE, J. 1977. Hydrocarbons in eastern Canadian marine waters determined by fluorescence spectroscopy and gas-liquid chromatography. *J. Fish. Res. Board Can.* 34 (3): 347-353. (638)
- KERR, S. R. 1977. JPU theory and the apotheosis of simulacra. *J. Fish. Res. Board Can.* 34: 580-581. (772)
- KERR, S. R. 1977. Structure and transformation of fish production systems. *J. Fish. Res. Board Can.* 34: 1989-1993. (738)
- KERR, S. R. and RYDER, R. A., 1977. Niche theory and percid community structure. *J. Fish. Res. Board Can.* 34: 1952-1958. (737)
- KING, L. H. and YOUNG, I. F. 1977. Paleocontinental slopes of the East Coast Geosyncline (Canadian Atlantic margin). *Can. J. Earth Sci.* 14(11): 2553-2564. (700)
- LANCELOT, Y., SEIBOLD, E., CEPEK, P., DEAN, W. E., EREMEEV, V., GARDNER, J., JANSÁ, L., JOHNSON, D., KRASHENINNIKOV, J. V., PLAUFMANN, U., RANKIN, J. G., TRABANT, P., and BURKY, D. 1977. Part II: Site reports. In Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project, ed. Y. Lancelot, E. Seibold, et al. US Government Printing Office, Washington, 41: 19-492 (six site reports). (820)
- LAZIER, J. and SANDSTROM, H. 1978. Migrating thermal structure in a freshwater thermocline. *J. Phys. Oceanogr.* 8 (4): 1070-1079. (756)
- LEFORT, J. P. and HAWORTH, R. T. 1978. Geophysical study of basement fractures on the western European and eastern Canadian shelves: transatlantic correlations, and late Hercynian movements. *Can. J. Earth Sci.* 15(3): 397-404. (689)
- LEVY, E. M. 1977. The geographical distribution of tar in the North Atlantic. *Rapp. P.-V. Reun., Cons. Int. Explor. Mer.* 171: 55-60. (690)
- LEVY, E. M. 1978. Visual and chemical evidence for a natural seep at Scott Inlet, Baffin Island, District of Franklin. *Geol. Surv. Can., Current Res., Pap.* 78-1B: 21-26. (688)
- LEVY, E. M., CUNNINGHAM, C. C., CONRAD, C. D. W., and MOFFATT, J. D. 1977. A titration apparatus for the determination of dissolved oxygen in seawater. *J. Fish. Res. Board Can.* 34(11): 2218-2220. (662)
- LONGHURST, A. R. 1978. Ecological models in estuarine management. *Ocean Manag.* 4: 287-302. (833)
- LORJING, D. H. 1978. Geochemistry of zinc, copper, and lead in the sediments of the estuary and Gulf of St. Lawrence. *Can. J. Earth Sci.* 15(5): 757-772. (734)
- LORING, D. H. 1978. Industrial and natural inputs, levels, behavior, and dynamics of biologically toxic heavy metals in the Saguenay Fjord, Gulf of St. Lawrence, Canada. In Proceed. of the Third International Symposium on Environmental Biogeochemistry. Volume 3: Methods, Metals, and Assessment, ed. W. E. Krumbein. Ann Arbor Science Publishers, Inc., Ann Arbor, Michigan, Chapter 83: 1025-1040. (757)
- LORING, D. H. and BEWERS, J. M. 1978. Geochemical mass balances for mercury in a Canadian fjord. *Chem. Geol.* 22: 309-330. (709)

- LOUCKS, R. H. and SUTCLIFFE, W. H., JR. 1978. A simple fish-population model including environmental influence, for two western Atlantic shelf stocks. *J. Fish. Res. Board Can.* 35(3): 279-285. (696)
- MacCAULL, W. A. and PLATT, T. 1977. Diel variations in the photosynthetic parameters of coastal marine phytoplankton. *Limnol. Oceanogr.* 22(4): 723-731. (675)
- MacLEAN, B., FADER, G. B., and KING, L. H. 1977. Surficial geology of Canso Bank and adjacent areas. *Geol. Surv. Can., Pap. 76-15/Marine Science Pap. 20*: 11 pp. + map. (702)
- MacLEAN, B., FALCONER, R. K. H., and CLARKE, D. B. 1978. Tertiary basalts of western Davis Strait: bedrock core samples and geophysical data. *Can. J. Earth Sci.* 15(5): 773-780. (707)
- MacLEAN, B., JANSA, L. F., FALCONER, R. K. H., and SRIVASTAVA, S. P. 1977. Ordovician strata on the southeastern Baffin Island Shelf revealed by shallow drilling. *Can. J. Earth Sci.* 14(8): 1925-1939. (641)
- MANN, C. R. 1977. Currents and water masses in the vicinity of Drake Passage. In *Polar Oceans*, ed. M. J. Dunbar. Arctic Institute of North America, Calgary, Alberta; 121-128. (803)
- MAYZAUD, P. 1976. Respiration and nitrogen excretion of zooplankton. IV. the influence of starvation on the metabolism and the biochemical composition of some species. *Mar. Biol.* 37(1): 47-58. (723)
- McBEAN, G. A. and ELLIOTT, J. A. 1978. The energy budgets of the turbulent velocity components and the velocity-pressure gradient interactions. *J. Atmos. Sci.* 35: 1890-1899. (804)
- McCAIN, B. B., HODGINS, H. O., GRÖNLUND, W. D., HAWKES, J. W., BROWN, D. W., MYERS, M.S., and VANDERMEULEN, J. H. 1978. Bioavailability of crude oil from experimentally oiled sediments to English sole (*Parophrys vetulus*), and pathological consequences. *J. Fish. Res. Board Can.* 35(5): 657-664. (784)
- McCANN, S. B., REINSON, G. E., and ARMON, J. W. 1977. Tidal inlets of the southern Gulf of St. Lawrence, Canada. In *Coastal Sediments '77*, 5th Symp. of Waterway Port Coastal and Ocean Div. Am. Soc. Civ. Eng., NY: 504-519. (678)
- MESHAL, A. H. 1977. Comparison of drag coefficients over water measured directly and determined by wind profile. *Atmosphere* 15(4): 166-177. (758)
- MOORE, J. G., BROWN, J. D., and RASHID, M. A. 1977. The effect of leaching on the engineering behaviour of a marine sediment. *Géotechnique* 27(4): 517-531. (698)
- MORTIMER, A. R., EATON, R. M., and GRAY, D. H. 1978. Calibration of the west Canadian Loran-C chain. *Can. Aeronaut. Space J.* 24(3): 129-136. (759)
- NICKERSON, T. B. and DOWD, R. G. 1977. Design and operation of survey patterns for demersal fishes using the computerized echo counting system. *Rapp. P.-V. Reun., Cons. Int. Explor. Mer.* 170: 232-236. (646)
- OAKEY, N. S. and ELLIOTT, J. A. 1977. Vertical temperature gradient structure across the Gulf Stream. *J. Geophys. Res.* 82: 1369-1380. (617)
- OWENS, E. H. 1977. Temporal variations in beach and nearshore dynamics. *J. Sediment. Petrol.* 47(1): 168-190. (629)
- OWENS, E. H. and FROBEL, D. H. 1977. Ridge and rannel systems in the Magdalen Islands, Quebec. *J. Sediment. Petrol.* 47(1): 191-198. (630)
- PARSONS, T. R., TAKAHASI, M., and HARGRAVE, B. T. 1977. *Biological Oceanographic Processes*, second edition. Pergamon Press, Oxford: 332 pp. (785)
- PETRIE, B. and DRINKWATER, K. S. Numerical model of the circulation in an open bay. *J. Fish. Res. Board Can.* 35(12). (786)

- PETRIE, B. and DRINKWATER, K. 1978. Circulation in an open bay. *J. Fish Board Can.* 35(8): 1116-1173. (727)
- PETRIE, B. and SMITH, P. C. 1977. Low frequency motions on the Scotian Shelf and Slope. *Atmosphere* 15: 117-140. (787)
- PLATT, T. 1978. Spectral analysis of spatial structure in phytoplankton populations. In *Spatial Pattern in Plankton Communities*, ed. J. H. Steele. Plenum Publ. Corp., New York, NY: 73-84. (760)
- PLATT, T. and DENMAN, K. L. 1977. Biological prediction in pelagic marine ecosystems. In *Oceanic Sound Scattering Prediction*, ed. N. R. Andersen and B. J. Zahuranec. Plenum Press, New York, NY: 803-809. (656)
- PLATT, T. and DENMAN, K. L. 1977. Organization in the pelagic ecosystem. *Helgol. Wiss. Meeresunters.* 30: 575-581. (788)
- PLATT, T., DENMAN, K. L., and JASSBY, A. D. 1977. Modelling the productivity of phytoplankton. In *The Sea: Ideas and Observations on Progress in the Study of the Seas*, ed. E. D. Gilberg. John Wiley & Sons, New York, NY. VI: 807-856. (643)
- PLATT, T. and JASSBY, A.D. 1976. The relationship between photosynthesis and light for natural assemblages of coastal marine phytoplankton. *J. Phycol.* 12(4): 421-430. (644)
- PLATT, T., SUBBA RAO, D.V., and DENMAN, K. L. 1977. Quantitative stimulation of phytoplankton productivity by deep water admixture in a coastal inlet. *Estuarine Coastal Mar. Sci.* 5(5): 567-573. (674)
- POCKLINGTON, R. 1977. Chemical processes and interactions involving marine organic matter. *Mar. Chem.* 5: 479-496. (695)
- POCKLINGTON, R. 1978. Climatic trends in the North Atlantic. *Nature* 273: 407. (761)
- POISSON, A., DAUPHINEE, T., ROSS, C. K., and CULKIN, F. 1978. The reliability of standard seawater as an electrical conductivity standard. *Oceanol. Acta* 1(4): 425-433. (805)
- PURCELL, L. P., RASHID, M.A., and HARDY, I. A. 1978. Hydrocarbon geochemistry of the Scotian Basin. *Proceed. Offshore Technol. Conf.*, Paper No. OTC 3053: 87-92. (806)
- PURDY, G. M., SCHOUTEN, H., CROWE, J., BARRETT, D. L., FALCONER, R. K. H., UDINTSEV, G. B., MAROVA, N. A., LITVIN, V. M., VALYASHKO, G. M., MARKUSHEVICH, V. M., and ZDOROVENIN, V. V. 1978. IPOD survey area AT-6; A site survey. In *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, ed. W. G. Melson, P. D. Rabinowitz, et al. US Government Printing Office, Washington, 45: 39-44. (807)
- QUON, C. 1977. Axisymmetric states of an internally heated rotating annulus. *Tellus* 29: 83-96. (609)
- QUON, C. 1977. Free convection in an enclosure revisited. *Trans. Am. Soc. Mech. Eng.* 99: 340-342. (650)
- QUON, C. 1977. A severely truncated mixed spectral and finite difference model to study resonant interaction of finite amplitude baroclinic waves. In *Computing Methods in Geophysical Mechanics*. *Am. Soc. Mech. Eng., Appl. Mech. Div.* 25: 117-129. (710)
- RANTALA, R. T. T. and LORING, D. H. 1977. A rapid determination of ten elements in marine suspended particulate matter by atomic absorption spectrophotometry. *At. Absorpt. Newsl.* 16(2): 51-52. (645)
- RANTALA, R. T. T. and LORING, D. H. 1978. Atomic absorption analysis of USGS Reference Sample Marine Mud MAG-1 for selected trace elements. *Geostandards Newsl.* 2(2): 125-127. (762)

- RASHID, M. A. 1978. The influence of a salt dome on the diagenesis of organic matter in the Jeanne d'Arc Subbasin of the northeast Grand Banks of Newfoundland. *Org. Geochem. 1*: 67-77. (763)
- RASHID, M. A. and McALARY, J. D. Early maturation of organic matter and genesis of hydrocarbons as a result of heat from a shallow piercement salt dome. *J. Geochem. Explor. 8*: 549-569. (665)
- RASHID, M. A. and VILKS, G. 1977. Environmental controls of methane production in Holocene basins in eastern Canada. *Org. Geochem. 1*: 53-59. (669)
- REINSON, G. E. 1977. Tidal-current control of submarine morphology at the mouth of the Miramichi estuary, New Brunswick. *Can. J. Earth Sci. 14(11)*: 2524-2532. (664)
- RISK, M. J., VENTER, R. D., PEMBERTON, S. G., and BUCKLEY, D. E. 1978. Computer simulation and sedimentological implications of burrowing by *Axius serratus*. *Can. J. Earth Sci. 15(8)*: 1370-1374. (789)
- ROSS, C. K. 1977. Preliminary results of recent overflow measurements in Denmark Strait. In *Polar Oceans*, ed. M. J. Dunbar. Arctic Institute of North America, Calgary, Alberta: 99-106. (631)
- ROSS, C. K. and NEEDLER, G. T. 1976. Spectral analysis of the long-term oceanographic time series at Ocean Weather Station "P". *J. Fish Res. Board Can. 33(10)*: 2203-2212. (631)
- ROSS, D. I. and FALCONER, R. K. H. 1977. Mid-Atlantic Ridge at 37°N: Geophysical anomalies in the area of Leg 37 drilling. *Can. J. Earth Sci. 14 (4-part 2)*: 664-673. (649)
- RYDER, R. A. and KERR, S. R. 1978. The adult walleye in the percid community - A niche definition based on feeding behaviour and food specificity. *Am. Fish. Soc. Spec. Publ. 11*: 39-51 (832)
- SAMEOTO, D. D. 1978. Zooplankton sample variation on the Scotian Shelf. *J. Fish. Res. Board Can. 35 (9)*: 1207-1222. (733)
- SAMEOTO, D. D., JAROSZYNSKI, L. O., and FRASER, W. B. 1977. A multiple opening and closing plankton sampler based on the MOCNESS and N.I.O. nets. *J. Fish. Res. Board Can. 34*: 1230-1235. (677)
- SANDSTROM, H. 1976. On topographic generation and coupling of internal waves. *Geophys. Fluid Dynam. 7*: 231-270. (836)
- SCHAFFER, C. T. and COLE, F. E. 1978. Distribution of foraminifera in Chaleur Bay, Gulf of St. Lawrence. *Geol. Surv. Can., Pap. 77-30*: 55 pp. (699)
- SCHAFFER, C. T. and WAGNER, F. J. E. 1978. Foraminifera-mollusc associations in eastern Chaleur Bay. *Can. J. Earth Sci. 15(6)*: 889-907. (828)
- SCOTT, D. B., MEDIOLI, F. S., and SCHAFFER, C. T. 1977. Temporal changes in foraminiferal distributions in Miramichi River estuary, New Brunswick. *Can. J. Earth Sci. 14(7)*: 1566-1587. (667)
- SHELDON, R. W. and SUTCLIFFE, W. H., JR. 1978. Generation times of 3 h for Sargasso Sea microplankton determined by ATP analysis. *Limnol. Oceanogr. 23(5)*: 1051-1055. (764)
- SHELDON, R. W., SUTCLIFFE, W. H., JR., and PARANJAPE, M. A. 1977. Structure of pelagic food chain and relationship between plankton and fish production. *J. Fish. Res. Board Can. 34*: 2344-2353. (687)
- SHIPBOARD SCIENTIFIC PARTY. 1978. Part II: Site reports. In *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, ed. W. E. Benson, R. E. Sheridan, et al. US Government Printing Office, Washington: 21-410. (810)

- SILVERT, W. 1978. Anomalous enhancement of mean population levels by harvesting. *Math. Biosci.* 42: 253-256. (809)
- SILVERT, W. and PLATT, T. 1978. Energy flux in the pelagic ecosystem: A time-dependent equation. *Limnol. Oceanogr.* 23(4): 813-816. (718)
- SMITH, P. C. 1978. Low-frequency fluxes of momentum, heat, salt, and nutrients at the edge of the Scotian Shelf. *J. Geophys. Res.* 83 (C8): 4079-4096. (720)
- SMITH, P. C., PETRIE, B., and MANN, C. R. 1978. Circulation, variability, and dynamics of the Scotian Shelf and Slope. *J. Fish. Res. Board Can.* 35(8): 1067-1083. (765)
- SMITH, S. D. 1978. Eddy fluxes of momentum and heat measured over the Atlantic Ocean in gale force winds. In *Turbulent Fluxes through the Sea Surface, Wave Dynamics, and Prediction*, ed. A. Farre and K. Hasselmann. Plenum Press, New York and London: 35-50. (811)
- SNYDER, R. L., LONG, R. B., DOBSON, F. W., and ELLIOTT, J. A. 1978. The Bight of Abaco pressure experiment. In *Turbulent Fluxes through the Sea Surface, Wave Dynamics, and Prediction*, ed. A. Farre and K. Hasselmann. Plenum Press, New York and London: 433-444. (812)
- SRIVASTAVA, S. P. 1978. Evolution of the Labrador Sea and its bearing on the early evolution of the North Atlantic. *Geophys. J. Roy. Astron. Soc.* 52: 313-357. (668)
- STEWART, I. C. F. and KEEN, C. E. 1978. Anomalous upper mantle structure beneath the Cretaceous Foyo Seamounts indicated by P-wave reflection delays. *Nature* 274: 788-790. (790)
- SULLIVAN, K. D. and KEEN, C. E. 1977. Newfoundland seamounts: petrology and geochemistry. In *Volcanic Regimes in Canada*, ed. W. R. A. Baragar, L. C. Coleman, and J. M. Hall. *Geol. Assoc. Can. Spec. Pap.* 16: 461-476. (813)
- SULLIVAN, K. D. and KEEN, C. E. 1978. On the nature of the crust in the vicinity of the southeast Newfoundland Ridge. *Can. J. Earth Sci.* 15: 1462-1471. (791)
- SUNDBY, B. and LORING, D. H. 1978. Geochemistry of suspended particulate matter in the Saguenay Fjord. *Can. J. Earth Sci.* 15(6): 1002-1011. (766)
- SUTCLIFFE, W. H., JR., DRINKWATER, K., and MUIR, B. S. 1977. Correlations of fish catch and environmental factors in the Gulf of Maine. *J. Fish. Res. Board Can.* 34: 19-30. (683)
- TAGUCHI, S. and HARGRAVE, B. T. 1978. Loss rates of suspended material sedimented in a marine bay. *J. Fish. Res. Board Can.* 35(12): 1614-1620. (743)
- TAGUCHI, S. and PLATT, T. 1977. Assimilation of $^{14}\text{CO}_2$ in the dark compared to phytoplankton production in a small coastal inlet. *Estuarine Coastal Mar. Sci.* 5(5): 679-684. (673)
- TAN, F. C. and WALTON, A. 1978. Stable isotope studies in the Gulf of St. Lawrence, Canada. In *Stable Isotopes in the Earth Sciences*, ed. B. W. Robinson. *N.Z. Dept. Sci. Ind. Res., Bull.* 220: 27-37. (682)
- TANG, C. L. and MYSAK, L. A. 1976. A note on "Internal waves in a randomly stratified fluid". *J. Phys. Oceanogr.* 6(2): 243-266. (663)
- TERRIAULT, J.-C., LAWRENCE, D. J., and PLATT, T. 1978. Spatial variability of phytoplankton turnover in relation to physical processes in a coastal environment. *Limnol. Oceanogr.* 23(5): 900-911. (767)
- TERRIAULT, J.-C. and PLATT, T. 1978. Spatial heterogeneity of phytoplankton biomass and related factors in the near-surface waters of an exposed coastal embayment. *Limnol. Oceanogr.* 23(5): 888-899. (712)

- VANDERMEULEN, J. H. 1978. Introduction to the symposium on recovery potential of oiled marine northern environments. *J. Fish. Res. Board Can.* 35(5): 505-508. (794)
- VANDERMEULEN, J. H. and PENROSE, W. R. 1978. Absence of aryl hydrocarbon hydroxylase (AHH) in three marine bivalves. *J. Fish. Res. Board Can.* 35(5): 643-647. (792)
- VANDERMEULEN, J. H., BUCKLEY, D. E., LEVY, E. M., LONG, B., McLAREN, P., and WELLS, P. G. 1978. Immediate impact of *Amoco Cadiz* environmental oiling: oil behavior and burial, biological aspects. In *Journée spéciale "Amoco Cadiz"*, Brest, France, June 7, 1978. Publ. CNEXO Série "Actes de Colloques" 6: 159-174. (793)
- VILKS, G. 1977. Trends in the marine environment of the Canadian Arctic Archipelago during the Holocene. In *Polar Oceans*, ed. M. J. Dunbar. Arctic Institute of North America, Calgary, Alberta: 643-654. (814)
- VILKS, G., HALL, J. M., and PIPER, D. J. W. 1977. The natural remanent magnetization of sediment cores from the Beaufort Sea. *Can. J. Earth Sci.* 14(9): 2007-2012. (647)
- VILKS, G. and MUDIE, P. J. 1978. Early deglaciation of the Labrador Shelf. *Science* 202: 481-483. (728)
- VILKS, G. and RASHID, M. A. 1977. Methane in the sediments of a subarctic continental shelf. *Geosci. Can.* 4(4): 191-197. (666)
- WADE, J. A. 1978. The Mesozoic-Cenozoic history of the northeastern margin of North America. *Proceed. Offshore Technol. Conf., Paper No. OTC 3266*: 1849-1854. (823)
- WADE, J. A. 1977. Stratigraphy of Georges Bank Basin: interpreted from seismic correlation to the western Scotian Shelf. *Can. J. Earth Sci.* 14(10): 2274-2283. (681)
- WAGNER, F. J. E. 1977. Paleocology of marine Pleistocene Mollusca, Nova Scotia. *Can. J. Earth Sci.* 14(6): 1305-1323. (653)
- WAGNER, F. J. E. 1977. Recent mollusc distribution patterns and paleobathymetry, southeastern Beaufort Sea. *Can. J. Earth Sci.* 14(9): 2013-2028. (651)
- WARE, D. M. 1977. Spawning time and egg size of Atlantic mackerel, *Scomber scombrus*, in relation to plankton. *J. Fish. Res. Board Can.* 34: 2308-2315. (686)
- WARE, D. M. 1978. Bioenergetics of pelagic fish: theoretical change in swimming speed and ration with body size. *J. Fish. Res. Board Can.* 35(2): 220-228. (735)
- WILLEY, J. D. 1977. Coprecipitation of zinc with silica in sea water and in distilled water. *Mar. Chem.* 5: 267-290. (640)
- WILLIAMS, G. L. 1977. Dinocysts - Their classification, biostratigraphy and paleocology. In *Oceanic Micropaleontology*, Vol. 2, ed. A. T. S. Ramsey. Academic Press Inc. (London) Ltd., Chapter 15: 1231-1326. (780)
- WILLIAMS, G. L. 1978. Dinoflagellates, acritarchs, and tasmanitids. In *Introduction to Marine Micropaleontology*, ed. B. U. Haq and A. Boersma. Elsevier Publ. Co., Amsterdam and NY: 400 pp. (824)
- WILLIAMS, G. L. 1978. 2. Palynological biostratigraphy, Deep Sea Drilling Project Sites 367 and 370. In *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project, Supplement to Volumes 38, 39, 40, and 41*. US Government Printing Office, Washington, Part IV: 783-815. (831)
- WILLIAMS, G. L. and BUJAK, J. P. 1977. Distribution patterns of some North Atlantic Cenozoic dinoflagellate cysts. *Mar. Micropaleontol.* 2: 223-233. (815)
- WILLIAMS, G. L. and BUJAK, J. P. 1977. Cenozoic palynostratigraphy of offshore eastern Canada. In *Contributions of Stratigraphic Palynology*. Vol. 1 - Cenozoic Palynology, ed. W. C. Elsik. *Am. Assoc. Stratigr. Palynol., Contrib. Ser. 5A*: 14-47. (816)

WILLIAMS, G. L., SARJEANT, W. A. S., and KIDSON, E. J. 1978. A glossary of the terminology applied to dinoflagellate amphiesmae, cysts and acritarchs. *Am. Assoc. Stratigr. Palynol. Contrib. Ser. 2.* (825)

WILLIS, D. E., ZINCK, M. E., and ADDISON, R. F. 1978. Identification, synthesis and estimation of the major components of a PCB replacement based on butylated monochlorodiphenyl ethers. *Chemosphere 10: 787-790.* (769)

YEATS, P., BEWERS, J. M., and WALTON, A. 1978. Sensitivity of coastal waters to anthropogenic trace metal emissions. *Mar. Poll. Bull. 9: 264-268.* (770)

Rapports techniques de l'Institut océanographique de Bedford (IOB)

L'Institut publie plusieurs séries de rapports techniques en format microfiches: une série Rapports, une série Données et une série Notes d'informatique.

AMOS, C. L. and JOICE, G. H. E. 1977. The sediment budget of the Minas Basin, Bay of Fundy, Nova Scotia. *BIO, Data Series, BI-D-77-3.*

COOTE, A. R. and HILTZ, R. S. 1978. Overflow 73 - Denmark Strait. Volume 1: Oxygen and nutrient sections. *BIO, Data Series, BI-D-78-4.*

DELORME, P. 1978. Evaluation of direct and inverse geodetic algorithms. *BIO, Computer Note Series, BI-C-78-2.*

DEONARINE, B. and VILKS, G. 1977. Sediment cores from the Labrador Shelf. *BIO, Data Series, BI-D-77-4.*

DOBSON, D. 1977. Temperature, salinity, and density distributions of the Halifax Section. *BIO, Data Series, BI-D-77-2.*

DOBSON, D. 1978. Temperature, salinity, and density distributions of the Halifax Section. *BIO, Data Series, BI-D-78-3.*

DOBSON, D. and JORDAN, F. 1978. The Labrador Sea: A bibliography of physical oceanography. *BIO, Data Series, BI-D-78-5.*

DOE, L. A. E. 1978. Project ICANE: A progress and data report on a Canada-Peru study of the Peruvian anchovy and its ecosystem. *BIO, Report Series, BI-R-78-6.*

ELLIOTT, J. A. 1978. Oceanographic survey of Porters Lake, N.S. *BIO, Report Series, BI-R-78-5.*

GORDON, D. C., JR. 1977. A secchi disk study of Dartmouth's lakes, 1976 - Citizen involvement in water quality measurements. *BIO, Report Series, BI-R-77-2.*

GORDON, D. C., JR. 1978. Secchi disk observations in Dartmouth's lakes, 1977. *BIO, Report Series, BI-R-78-2.*

GREGORY, D. and DOBSON, D. 1978. Long term temperature monitoring program. *BIO, Data Series, BI-D-78-7.*

LENTIN, J. K. and WILLIAMS, G. L. 1977. Fossil dinoflagellates: Index to genera and species. *BIO, Report Series, BI-R-77-8.*

LENTIN, J. K. and WILLIAMS, G. L. 1978. Alphabetical listing of fossil dinocyst species. *BIO, Report Series, BI-R-78-4.*

LEONARD, J. 1977. Organohalogens in coastal sediments from the Maritime Provinces, Canada. *BIO, Report Series, BI-R-77-6.*

LEVY, E. M. 1977. Fluorescence spectrophotometry: Principles and practice as related to the determination of dissolved/dispersed petroleum residues in sea water. *BIO, Report Series, BI-R-77-7.*

- LEVY, E. M., CUNNINGHAM, C. C., CONRAD, C. D. W., and MOFFATT, J. D. 1977. The determination of dissolved oxygen in sea water. *BIO, Report Series, BI-R-77-9.*
- NEU, H. J. A. and JORDAN, F. 1977. The physical oceanography and sedimentation of Rivière au Tonnerre, P.Q. *BIO, Report Series, BI-R-77-4.*
- OAKEY, N. 1977. Octuprobe III: An instrument to measure oceanic turbulence and microstructure. *BIO, Report Series, BI-R-77-3.*
- PETRIE, B. 1977. An intercomparison of data from Endeco 174 and Braincon 381 current meters. *BIO, Report Series, BI-R-77-10.*
- PETRIE, B. and DRINKWATER, K. 1977. Physical oceanographic measurements in St. Georges Bay, Nova Scotia. *BIO, Report Series, BI-R-77-5.*
- PETRIE, B. and DRINKWATER, K. 1977. The physical oceanography of St. Georges Bay, Nova Scotia. *BIO, Report Series, BI-R-77-11.*
- POCKLINGTON, R. 1978. Organic matter in waters off Senegal and The Gambia. *BIO, Report Series, BI-R-78-1.*
- REID, S. J. 1977. Circulation and mixing in the St. Lawrence estuary near Ilet Rouge. *BIO, Report Series, BI-R-77-1.*
- ROSEN, P. S. (Editor). 1977. Workshop on coastal research and planning in Labrador. *BIO, Report Series, BI-R-77-12.*
- ROSS, C. K. 1977. Overflow 73 - Denmark Strait. Volume 2: Moored instrument time series. *BIO, Data Series, BI-D-77-5.*
- SHIH, K. G., KEEN, C. E., JOHNSTON, B. L., JACKSON, H. R., and KEEN, M. J. 1978. Geophysical data collected in the northwestern Atlantic Ocean - Report of cruise 73-011, CSS Hudson. *BIO, Data Series, BI-D-78-6.*
- SMITH, P. C., DOBSON, F. W., and BROWN, R. F. 1978. A set of programs to compute and plot rotary spectra. *BIO, Computer Note Series, BI-C-78-1.*
- SMITH, P. C., FOOTE, T. R., and BOYCE, R. 1978. *In situ* calibrations of temperature and salinity for the Aanderaa RCM-5 current meter. *BIO, Report Series, BI-R-78-7.*
- TAYLOR, G. B. 1978. Oceanographic observations in the River, Estuary, and Gulf of St. Lawrence, 30 March - 26 April 1974. *BIO, Data Series, BI-D-78-1.*
- WALKER, R. E. 1977. Wave statistics for the North Atlantic - 1971. *BIO, Data Series, BI-D-77-1.*
- WALKER, R. E. 1978. Wave statistics for the North Atlantic - 1972. *BIO, Data Series, BI-D-78-2.*
- WELLS, D. E. and VANÍCEK, P. 1978. Least squares spectral analysis. *BIO, Report Series, BI-R-78-8.*
- WINTERS, G. V., FITZGERALD, R. A., and BUCKLEY, D. E. 1978. Analyses of water volume and bottom sediment samples from the Miramichi estuary, New Brunswick. *BIO, Data Series, BI-D-78-8.*
- WINTERS, G. V. and BUCKLEY, D. E. 1978. *In situ* monitoring data on the water column in the Miramichi estuary, New Brunswick. *BIO, Data Series, BI-D-78-9.*

Rapports du Service des pêches et des sciences de la mer

Il s'agit d'une série nationale de rapports coordonnée par la Direction de l'information et des publications scientifiques du Ministère des pêches et de l'environnement à Ottawa, Ontario K1A 0E6. Les rapports de données et rapports techniques publiés par le personnel du LEM dans cette série sont produits et distribués sous forme de microfiches.

- DENMAN, K., IRWIN, B., and PLATT, T. 1977. Phytoplankton productivity experiments and nutrient measurements at the edge of the Nova Scotia Continental Shelf between June 28 and July 12, 1976. *FMS, Tech. Rep. 708*.
- DENMAN, K. L., VANDALL, P. E., HERMAN, A. W., and JORDAN, F. 1977. Shipboard observations for the chlorophyll remote sensing experiment off Yarmouth, Nova Scotia, August 1975. *FMS, Tech. Rep. 706*.
- HARGRAVE, B. T. (Editor) 1978. Geochemical and biological observations in intertidal sediments from Cobequid Bay, Bay of Fundy, Nova Scotia. *FMS, Tech. Rep. 782*.
- IRWIN, B., EVANS, P., and PLATT, T. 1978. Phytoplankton productivity experiments and nutrient measurements in the Labrador Sea from 15 October to 31 October 1977. *FMS, Data Rep. 83*.
- IRWIN, B., EVANS, P., and PLATT, T. 1978. Phytoplankton productivity experiments and nutrient measurements in the Labrador Sea from 11 February to 28 February 1978. *FMS, Data Rep. 114*.
- IRWIN, B., HARRISON, W. G., DENMAN, K. L., and PLATT, T. 1978. Phytoplankton productivity and nutrient measurements at the edge of the continental shelf off Nova Scotia between April 28 and May 11, 1977. *FMS, Data Rep. 62*.
- IRWIN, B., HODGSON, M., DICKIE, P., and PLATT, T. 1978. Phytoplankton productivity experiments in Baffin Bay and adjacent inlets 22 August to 18 September 1977. *FMS, Data Rep. 82*.
- IRWIN, B. and PLATT, T. 1978. Phytoplankton productivity experiments and nutrient measurements in Bedford Basin, Nova Scotia, from September 1975 to December 1976. *FMS, Tech. Rep. 762*.
- IRWIN, B. and PLATT, T. 1978. Phytoplankton productivity experiments and nutrient measurements in Bedford Basin, Nova Scotia, from January 1977 to July 1977. *FMS, Data Rep. 93*.
- KEIZEŔ, P. D., DALE, J., STADLER, D., and ZIEBARTH, U. 1978. Trace hydrocarbon analysis of sub-surface waters - a comparison of two samplers. *FMS, Tech. Rep. 776*.
- LORING, D. H. and RANTALA, R. T. T. 1977. Geochemical analyses of marine sediments and suspended particulate matter. *FMS, Tech. Rep. 700*.
- MOYSE, C. M. 1978. Bay of Fundy environmental tidal power bibliography. *FMS, Tech. Rep. 822*.
- PLATT, T. 1977. Population ecology of marine cladocera in St. Margaret's Bay, Nova Scotia. *FMS, Tech. Rep. 698*.
- PROUSE, N. J. and HARGRAVE, B. T. 1977. Chlorophyll, carbon and nitrogen in suspended and sedimented particulate matter in St. Georges Bay, Nova Scotia. *FMS, Tech. Rep. 721*.
- SAMEOTO, D. D. 1977. Zooplankton biomass, density and their association with phytoplankton on the southwest area of the Nova Scotian shelf. *FMS, Tech. Rep. 742*.
- SUTCLIFFE, W. H., JR., and BRODIE, P. F. 1977. Whale distributions in Nova Scotia waters. *FMS, Tech. Rep. 722*.
- TAGUCHI, S. and PLATT, T. 1978. Phytoplankton biomass in Bedford Basin: volume, surface area, carbon content and size distribution. *FMS, Data Rep. 55*.
- TAGUCHI, S. and PLATT, T. 1978. Size distribution and chemical composition of particulate matter in Bedford Basin, 1973 and 1974. *FMS, Data Rep. 56*.
- THERRIAULT, J. C., DICKIE, P., HODGSON, M., and PLATT, T. 1978. Spatial variability of phytoplankton productivity and biomass, and of nutrient measurements in the near-surface waters of St. Margaret's Bay in 1975. *FMS, Data Rep. 87*.
- WARE, D. M. and HENRIKSEN, B. L. 1978. On the dynamics and structure of the southern Gulf of St. Lawrence herring stocks. *FMS, Tech. Rep. 800*.

Publications de la division des poissons d'eau de mer

CLARK, S. H., BURNS, T. S., and HALLIDAY, R. G. 1977. Assessment of the pollock fishery in ICNAF Divisions 4VWX and Subarea 5. *ICNAF, Selected Pap.* 2: 15-32.

CLAY, J. D. 1977. Preliminary observations on survival of *Clarias lazera* from Israel in saline waters. *Bamidgeh* (Bull. Fish Culture in Israel) 29 (3): 102-109.

CLAY, J. D. 1978. Sexual maturity and fecundity of the African catfish (*Clarias gariepinus*) with an observation on the spawning behaviour of the Nile catfish (*Clarias lazera*). *J. Linn. Soc. London, Zool.* 66 (2).

ELLISON, L. N., and CLEARY, L. 1978. Effect of human disturbance on breeding of double-crested cormorants. *Auk* 95: 510-517.

MANSFIELD, A. W. and BECK, B. 1977. The grey seal in eastern Canada. *Fisheries and Marine Service, Tech. Rep.* 704.

MOHN, R. K. 1978. Modelling the natural pacemaker of the heart as a pulse-frequency modulator. *Med. Biol. Eng.* 16: 90-97.

SINCLAIR, M. 1978. Summer phytoplankton variability in the lower St. Lawrence estuary. *J. Fish. Res. Board Can.* 35: 1171-1185.

Publications de l'Unité de recherche sur les oiseaux de mer du Service canadien de la faune

BROWN, R. G. B. 1977. Atlas of eastern Canadian seabirds. Supplement I: Halifax-Bermuda transects. *Canadian Wildlife Service, Ottawa*: 24 pp.

BROWN, R. G. B. 1977. The Senegal Survey biological programme, February-March 1976. CSS Baffin Offshore Survey, Senegal and The Gambia. Vol. 1. DFE, *Fisheries and Marine Service, Ottawa*: 119-127.

BROWN, R. G. B. 1978. Atlas of eastern Canadian seabirds. Supplement II: Labrador. *Canadian Wildlife Service, Ottawa, manuscript report*.

BROWN, R. G. B. 1978. Atlas of eastern Canadian seabirds. Supplement III: Baffin Bay and adjacent Sounds. *Canadian Wildlife Service, Ottawa, manuscript report*.

BROWN, R. G. B. 1978. Birds at sea: western Atlantic. *Ibis* 120: 116-117.

BROWN, R. G. B., BOURNE, W. R. P., and WAHL, T. R. 1978. Diving by shearwaters. *Condor* 80: 123-125.

GASTON, A. J. 1978. Seasonal and diurnal variations in numbers of Brunnich's Guillemots on Prince Leopold Island, Canada. *Ibis*. 120: 111.

GASTON, A. J. and NETTLESHIP, D. N. 1978. Population reduction of Thick-billed Murres *Uria lomvia* at Cape Hay, Bylot Island, Lancaster Sound, N.W.T. *Canadian Wildlife Service, Ottawa, manuscript report*: 15 pp.

LINTON, A. 1978. The food and feeding habits of Leach's Storm-petrel (*Oceanodroma leucorhoa*) at Pearl Island, Nova Scotia and Middle Lawn Island, Newfoundland. M.Sc. thesis, Dalhousie University, Halifax, N.S.: 112 pp.

LINTON, A., and NETTLESHIP, D. N. 1977. Biological investigation of Northern Fulmars (*Fulmarus glacialis*) at Prince Leopold Island, N.W.T., summer 1976. *Canadian Wildlife Service, Ottawa, manuscript report*: 152 pp.

LOCK, A. R. 1978. A study of abundance and movements of gulls attracted to dumps located near Prince Edward Island airports. *Canadian Wildlife Service, Ottawa, manuscript report*: 47 pp.

- NETTLESHIP, D. N. 1977a. Seabird resources of eastern Canada: status, problems and prospects. In Canada's Threatened Species and Habitats, eds. T. Mosquin and C. Suchal. Proceedings of the Symposium, May 20-24, 1976. *Canadian Nature Federation, Ottawa, Spec. Publ. 6*: 96-108.
- NETTLESHIP, D. N. 1977b. Studies of seabirds at Prince Leopold Island and vicinity, Northwest Territories: preliminary report of biological investigations. *Canadian Wildlife Service, Ottawa, Progress Note Number 73*: 11 pp.
- NETTLESHIP, D. N. 1977. Résumé of current research on seabirds in northern Canada, 1976. *Canadian Wildlife Service, Ottawa, manuscript report*: 3 pp.
- NETTLESHIP, D. N. 1978. Population analysis of colonial nesting seabirds from photography. *Ibis 120*: 119.
- NETTLESHIP, D. N. 1978. Seabird research in northern Canada. *Canadian Wildlife Service, Ottawa, manuscript report*: 3 pp.
- NETTLESHIP, D. N. 1978. The potential for recovery of marine organisms following an oil spill in Lancaster Sound and vicinity. FEARO Public Hearings: Lancaster Sound Drilling Proposal, Pond Inlet, N.W.T.: 9 pp.
- NETTLESHIP, D. N., and GASTON, A. J. 1978. Pelagic distribution of seabirds - western Lancaster Sound and Barrow Strait, Preliminary Report 1977. Environmental Social Program Northern Pipelines, *ESCOM Report No. AI-09*: 73 pp.
- NETTLESHIP, D. N., and GASTON, A. J. 1978. Patterns of pelagic distribution of seabirds in western Lancaster Sound and Barrow Strait, Northwest Territories, in August and September, 1976. *Canadian Wildlife Service, Ottawa, Occasional Pap. 39*: 40 pp.
- PEAKALL, D. B., NETTLESHIP, D. N., and PEARCE, P. A. 1978. Chemical pollution: western Atlantic. *Ibis 120*: 106.

Principales expéditions de 1977/78

Expéditions organisées en 1977 par la Division des Navires des Ressources de l'Institut

N° d'expédition et navire	Dates de l'expédition	Chef d'expédition	Région	Objectifs
77-001 <i>Dawson</i>	9-13 mars	R. O. Fournier univ. Dalhousie	plateau et pente, N.E.	études de plancton
77-002 <i>Dawson</i>	16-25 mars	D. Bigwood, Fondation de recherche de Nouvelle Ecosse	plateau et rebord, N.E.	prélèvement de carottes; profils sismiques; échantillonnage d'eau et de sédiments en suspension
77-003 <i>Dawson</i>	28 mars-6 avril	B. D. Petrie, LOA	plateau scotian, rebord et pente du plateau, N.E.	programme de la dynamique du rebord du plateau continental - voir océanographie côtière, LOA
77-004 <i>Dawson</i>	12-24 avril	D. D. Sameoto, LEM	côte de Gaspé, Québec	essais du BIONESS et études de plancton - voir océanographie biologique, LEM
77-005 <i>Hudson</i>	13-22 avril	D. L. McKeown, LOA	bassin Emerald, rebord du plateau; banc Rosaway, NE	essai et évaluation de matériel
77-006 <i>Dawson</i>	25 avril-4 mai	M. I. El-Sabih, UQAR ¹	golfe et estuaire du St Laurent	profils CTP; échantillonnage de plancton et de larves de poisson; amarrage de couranto- mètres, etc.
77-007 <i>Hudson</i>	28 avril-11 mai	A. W. Herman, LOA	plateau de Nouvelle-Ecosse	profils CTP; échantillonnage d'eau; études de plancton; essais de matériel
77-008 <i>Baffin</i>				
Phase I	2 mai-15 juillet	J. M. R. Pilote LOA	passage Jacques Cartier; estuaire St Laurent, Québec	sondage hydrographique; profils magnétiques, et échantillonnage d'eau de surface pour l'analyse des particules de pétrole

Phase II	25 juillet-26 septembre	R. K. Williams LOA	côte du Labrador; détroit de Victoria, TNO; et de la baie Cambridge au cap Bexley, TNO	cartographie hydrographique; profils magnétiques et échantillonnage d'eau pour l'analyse des particules de pétrole
77-009 <i>Maxwell</i>	2 mai-28 octobre	M. G. Swim, LOA	provinces atlantiques	sondage hydrographique
77-010 <i>Dawson</i>	9-19 mai	R. F. Reiniger LOA	Gulf Stream	récupération et mise en place d'amarrages de courantomètres; échantillonnage d'eau de mer; profils CTP et XBT ¹
77-011 <i>Hudson</i>	12 mai-2 juin	L. H. King, G. B. Fader, CGA	Grands Bancs orientaux; cap Flamand	collecte de données de géologie des couches superficielles et de la roche solide et échantillonnage; étalonnage et évaluation de Loranc
77-012 <i>Meta</i>	11 mai-25 octobre	S. S. Dunbrack, LOA	côte du Nouveau-Brunswick	révision des cartes marines; levés d'alignements de navigation; sondages hydrographiques
77-013 <i>Dawson</i>	30 mai-3 juin	R. O. Fournier, univ. Dalhousie	section d'Halifax; plateau et pente de NE	études de plancton
77-014 <i>Hudson</i>	5-23 juin	C. E. Keen, CGA	bordure continentale au nord-est des Grands Bancs	études géophysiques; carottage à piston; premier emploi du séismomètre de fond dans des conditions normales
77-015 <i>Dawson</i>	13-22 juin	K. R. George, LOA	golfe St Laurent	échantillonnage du pétrole de la barge coulée Inving Whale
77-016 Martin Karlsen				
Phase I	3 juillet-18 août	D. D. Leifvère LOA	côte du Labrador du cap Harrison au cap Makhovik	sondage hydrographique (levé de l'itinéraire côtier)

¹XBT = bathythermographie non réutilisable

Phase II	19 août-11 octobre	D. D. Lelièvre LOA	mer du Labrador septentrionale	continuation du levé hydrographique/géophysique (bathymétrie, pesanteur et profils magnétiques)
77-017 Dawson	4-14 juillet	B. D. Petrie LOA	plateau Scotian, rebord et pente du plateau, Nouvelle Ecosse	récupération et remise en place des appareils sur le rebord du plateau; profils CTP; récupération de données météorologiques du Système canadien de collecte des données; remorquage du Batfish
77-018 Hudson	11-15 juillet	P. F. Kingston LOA	banc Sambro, Nouvelle Ecosse	essai et évaluation de matériel
77-019 Labrador d'Iberville	19 juillet-29 septembre	A. L. Adams, LOA (maintenant Ri)	Arctique oriental	levés d'itinéraire; sondage ordinaire
77-020 Dawson	25-29 juillet	R. O. Fournier univ. Dalhousie	au large de la pointe sud ouest, N.E.	études de plancton
77-021 Hudson	25 juillet-22 août	R. H. Fillon, CGA	plateau du Labrador et banc Saglek	études géologiques; détermination de l'histoire glaciaire; projets divers
77-022 Dawson	1 ^{er} au 10 août	B. Sundby, UQAR	plateau Scotian golfe St Laurent	prélèvement de carottes de sédiments non dérangés; échantillonnage d'eau
77-023 Dawson	22 août-2 septembre	K. Kranck, LOA	baie de Fundy	étude de matière en particules en suspension
77-024 Hudson	22 août-17 septembre	E. P. Jones, LOA	Arctique oriental et mer du Labrador	collecte de données chimiques; examen de la zone de suinterment près de l'anse de Scott
77-025 Dawson	6-29 septembre	R. O. Fournier, univ. Dalhousie	section d'Halifax; plateau et pente, N.E.	études de plancton

77-026 <i>Dawson</i>	10-16 septembre	N. S. Oakey, LOA	au large du plateau de Nouvelle Ecosse, à 42°N, 63°45'O.	profils de microstructure Octuprobe; profils CTP; essais de courantomètre vertical
77-027 <i>Hudson</i>	18 septembre-13 octobre	B. MacLean, CGA	plateau de l'île Baffin, anse de Scott et région avoisinante	collecte de données et de profils géophysiques; carottage de roche solide; reconnaissance de sédiments; études diverses
77-028 <i>Dawson</i>	19-27 septembre	R. W. Trites LEM	SO du plateau Scotian; banc Georges septentrional	échantillonnage et étude de larves de hareng; profils de CTP et de courantomètres; études d'océanographie physique
77-029 <i>Hudson</i>	13 octobre-3 novembre	J. R. N. Lazier, LOA	plateau et pente du Labrador	études diverses; continuation de la mise au point des programmes de navigation Loran-C
77-030 <i>Baffin</i>	17 octobre-19 décembre	L. A. E. Doe, univ. Dalhousie	de Nouvelle Ecosse au Pérou (325 stations)	études interdisciplinaires des problèmes relatifs à la pêche à l'anchois du Pérou
77-031 <i>Dawson</i>	24 octobre-6 novembre	S. Akenhead, Station biologique de Terre-Neuve	cap Flamand et eaux adjacentes	levés hydrographiques et études biologiques
77-032 <i>Maxwell</i>	1er-4 novembre	M. G. Swim, LOA	plateau de NE au sud d'Halifax; baie de St Margaret's, NE, et région avoisinante	essais du système de positionnement Hi-Fix 6
77-033 <i>Maxwell</i>	7-12 novembre	T. R. Foote, LOA	golfe St Laurent	expédition de prévision des glaces pour les Services du milieu atmosphérique
77-034 <i>Dawson</i>				
Phases I et II	9-18 et 20-25 novembre	C. T. Schafer CGA	bassin et pente de l'Est de Terre-Neuve	levé de géologie marine
77-035 <i>Maxwell</i>	16-25 novembre	M. I. El-Sabh, UQAR	golfe Saint Laurent	variabilité et dynamique du courant de Gaspé

77-036 <i>Dawson</i>	3-14 décembre	R. F. Reiniger, LOA	Gulf Stream	récupération et mise en place d'amarrages de courantomètres; essai de matériel de CTP; profils XBT (voir note ci-avant)
77-050 divers navires	janvier-décembre	divers chercheurs du LEM	baie de St Margaret's, NE	études biologiques
77-051 divers navires	janvier-décembre	divers chercheurs du LEM	bassin de Bedford, NE	études biologiques
77-052 <i>Navicula</i>	fin avril-fin octobre	divers chercheurs du LEM	baie St Georges, NE	études ecologiques de la baie St Georges

Expéditions organisées par la division des navires des Ressources de l'Institut en 1978

N° d'expédition et navire	Dates de l'expédition	Chef d'expédition	Région	Objectifs
78-001 <i>Dawson</i>	3-8 janvier	B. D. Petrie, LOA	plateau et pente, N.E.	programme de la dynamique du rebord du plateau continental - voir océanographie côtière, LOA
78-002 <i>Hudson</i>				
Phase I	20 janvier-8 février	J. R. N. Lazier, LOA	plateau et pente du Labrador; mer du Labrador; cap Farewell, Groenland	récupération et mise en place d'amarrages de courantomètres; profils CTP pour étudier la teneur en chaleur des couches supérieures
Phase II	10 février-2 mars	J. R. N. Lazier, LOA	Sud Est de la mer du Labrador	étude de l'écoulement du courant du Labrador le long de la côte et influence du courant atlantique

Phase III	7 mars-31 mars	R. A. Clarke, LOA	mer du Labrador	récupération et mise en place d'amarrages de courantomètres; profils CTP; essais du système BIONAV
Phase IV	2 avril-14 avril	R. A. Clarke, LOA	cap Farewell, Groenland	profils CTP; récupération d'amarrages de courantomètres
Phase V	14 juillet-20 juillet	J. R. N. Lazier, LOA	plateau et pente du Labrador	récupération d'amarrages de courantomètres
78-003 <i>Dawson</i>	27 février-3 mars	R. O. Fournier, univ. Dalhousie	plateau de Nouvelle-Ecosse	études de plancton
78-004 <i>Dawson</i>	6 mars-11 mars	D. A. Huntley, univ. Dalhousie	embouchure de la baie Chignectou; baie de Fundy	étude de la turbulence dans la couche limite inférieure de l'écoulement de marée
78-005 <i>Dawson</i>	14 mars-31 mars	D. Bidgood, Fondation de recherche de Nouvelle Ecosse	plateau et pente de Nouvelle Ecosse	Carottage; profils sismiques; échantillonnage d'eau et de sédiments en suspension; essai de matériel
78-006 <i>Dawson</i>	10 avril-12 avril	P. A. Yeats, LOA	section d'Halifax	échantillonnage d'eau de mer à utiliser pour l'exercice d'interétalonnage des métaux à l'état de traces du CIEM; ¹ échantillonnage de matière en particules
78-007 <i>Dawson</i>	24 avril-28 avril	B. T. Hargrave, LEM	banc Emerald; plateau Scotian	étude des communautés benthiques dans les régions à fond en forte pente; mesure des échanges de gaz et de substances nutritives à la surface des sédiments
78-008 <i>Hudson</i>	27 avril-11 mai	D. L. McKeown, LOA	zones du plateau continental; NE et Terre-Neuve	essai et évaluation de matériel
78-009 <i>Maxwell</i>	1er mai-26 octobre	R. K. Williams, M. G. Swim, LOA	Nouveau Brunswick, Nouvelle-Ecosse et Terre-Neuve	sondage hydrographique ordinaire

¹Conseil international pour l'exploration de la mer

78-010 Baffin	12 juillet-29 septembre	R. K. Williams, LOA	baie Brig, Terre-Neuve; côte nord du Labrador et baie Ungava	sondage hydrographique; profils magnétiques et échantillonnage de fond
78-011 Dawson	4 mai-17 mai	R. F. Reiniger, LOA	Gulf Stream	récupération et mise en place d'amarrages de courantomètres; profils CTP et XBT (voir ci-dessus)
78-012 Hudson	15 mai-30 mai	G. R. Peters, univ. Memorial	baie Placentia, Terre-Neuve	établissement d'une zone d'essais géo- techniques; mise au point d'appareils
78-013 Meta	11 mai-25 octobre	V. S. Gaudet, LOA	zones côtières de l'ouest de la Nouvelle-Ecosse et du sud du Nouveau Brunswick	levés de révision des cartes et d'aligne- ments de navigation
78-014 Dawson	23 mai-28 mai	R. O. Fournier, univ. Dalhousie	plateau de Nouvelle- Ecosse	études de plancton
78-015 Dawson	1er juin-7 juin	D. D. Sameoto, LEM	bassin de Bedford, Nouvelle Ecosse; rebord du plateau	essais de l'échantillonneur BIONESS; études de plancton - voir océanographie biologique, LEM
78-016 Hudson	2 juin-21 juin	J. M. Bowers, LOA	Atlantique nord occidental	étude d'anomalies chimiques; mesure des métaux à l'état de traces; études interdis- plinaires
78-017 Dawson	12 juin-19 juin	C. L. Tang, LOA	nord ouest du golfe St Laurent	étude du courant de Gaspé; étude de la circulation du nord ouest du golfe St Laurent
78-018 Dawson	20 juin-5 juillet	M. I. El-Sabh, UQAR	estuaire inférieur du Saint Laurent; baie de Chaleur et hauts-fonds de la Madeleine	étude de la variabilité et de la dynamique du courant de Gaspé; étude de larves de poissons

78-019
Martin Karlsen

Phase I	26 juin-19 juillet	G. W. Henderson, LOA	mer du Labrador	sondage hydrographique et cartographie géophysique (cartes des ressources naturelles)
Phase II	19 juillet-14 octobre	G. W. Henderson, LOA	du cap Harrison au cap Makhovik, Labrador	sondage hydrographique (levé d'itinéraire côtier)
78-020 Hudson	27 juin-19 juillet	C. E. Keen, LOA	bordure de Nouvelle Ecosse; bassin Orphan Knoll et plateau du Labrador	levés géophysiques; dragage; récupération d'amarrages de courantomètres; carottage à piston
78-021 d'Iberville, St Laurent, MacDonald	29 juillet-27 octobre	M. A. Hemphill, LOA	Arctique oriental	sondage hydrographique ordinaire
78-022 Dawson	17 juillet-27 juillet	D. J. W. Piper, univ. Dalhousie	éventail laurentien	étude du mode de croissance de l'éventail laurentien au pléistocène
78-023 Hudson	20 juillet-10 août	R. T. Haworth, CGA	plateau continental au nord-est de Terre-Neuve	carottage de la roche solide pour la cartographie géologique
78-024 Dawson	31 juillet-4 août	R. O. Fournier, univ. Dalhousie	Yarmouth, NE, et région avoisinante	études de plancton
78-025 Dawson	4 août-22 août	C. L. Amos, CGA	baie de Fundy	collecte de données interdisciplinaires pour constituer un corps de données pour les études d'exploitation de l'énergie de marée
78-026 Hudson	25 août-16 septembre	E. M. Levy, LOA	près de l'anse de Scott; golfe Buchan, détroit de Lancaster et baie Melville	étude des zones potentielles de suintement de l'Arctique; leurs sources, leur nature chimique, etc
78-027 Dawson	28 août-1er septembre	A. S. Bennett, LOA	bassin Emerald; bassin Bedford, NE	évaluation de matériel

78-028 <i>Dawson</i>	11-21 septembre	M. J. Dunbar, univ. McGill	nord est du golfe St Laurent	études chimiques et biologiques
78-029 <i>Hudson</i>	17 septembre-23 octobre	B. MacLean, CGA	plateau de l'île Baffin et baie Baffin	études géophysiques et géologiques
78-030 <i>Dawson</i>	23 septembre-2 octobre	C. L. Tang, LOA	nord ouest du golfe St Laurent	récupération d'amarrages; étude de circulation
78-031 <i>Dawson</i>	10 octobre-10 novembre	R. W. Trites, LEM	banc Georges; golfe du Maine	étude de larves de hareng
78-032 <i>Hudson</i>	23-30 octobre	J. R. N. Lazier, LOA	banc Hamilton, plateau du Labrador	mise en place d'amarrages de couranto- mètres; profils CTP
78-033 <i>Maxwell</i>	30 octobre-10 novembre	R. G. Burke, LOA	plateau de Nouvelle- Ecosse; accès au port d'Halifax	évaluation de matériel
78-034 <i>Dawson</i>	16-22 novembre	T. R. Foote, LOA	golfe du St Laurent	expédition de prédiction des glaces pour le Service de l'Environnement atmosphérique
78-035 <i>Dawson</i>	27 novembre-7 décembre	R. F. Reiniger, LOA	Gulf Stream	récupération et mise en place d'amarrages; essais de matériel; etc.
78-036 <i>Dawson</i>	11-16 décembre	R. O. Fournier, univ. Dalhousie	sud ouest du plateau de Nouvelle Ecosse	études de plancton
78-050 <i>Navicula</i>	mi avril-fin octobre	divers chercheurs du LEM et de l'univ. Dalhousie	baie St Georges, Nouvelle Ecosse	études écologiques de la baie St Georges
78-051 <i>Sigma-7</i>	février-décembre	divers chercheurs du LEM	bassin de Bedford, Nouvelle Ecosse	études de productivité primaire; études de recyclage des substances nutritives
78-052 <i>Gulf Star</i>	20 juillet-4 octobre	P. MacLaren, CGC	Est du détroit de Lancaster et baie Baffin	levé biologique et géologique PetroCanada/ Commission géologique du Canada

Expéditions de la Division des poissons d'eau de mer en 1977 et 1978

Numéro d'expédition et navire	Dates d'expédition	Chef d'expédition	Région	Objectifs
<i>E. E. Prince-183</i>	24 mai-3 juin 77	P. F. Lett	sud du golfe St Laurent	relevé des oeufs de maquereau
<i>E. E. Prince-184</i>	17-27 juin 77	P. F. Lett	sud du golfe St Laurent	relevé des oeufs de maquereau
<i>E. E. Prince-191</i>	15-24 novembre 77	R. N. O'Boyle	banc Georges	étude de dispersion des larves de hareng
<i>E. E. Prince-205</i>	19-30 juin 78	P. F. Lett	sud du golfe St Laurent	relevé des oeufs de maquereau
<i>Lady Hammond-1</i>	21-29 juin 78	D. F. Gray	sud du golfe St Laurent	étude de dispersion des oeufs de maquereau
<i>Lady Hammond-6</i>	11 septembre-11 octobre 78	D. Clay	banc de l'île de Sabie	relevé du merlu argenté
<i>Lady Hammond-7</i>	16 octobre-10 novembre 78	R. N. O'Boyle	banc Georges	étude de dispersion des larves de hareng
<i>Anne Jolens-1</i>	24 octobre-5 novembre 78	W. D. Smith	plateau Scotian	études de migration du lieu noir et de la morue
<i>Pubnico Libra-1</i>	18-19 octobre 78	A. Sinclair	détroit de Northumberland	études de migration de hareng
<i>Scotia Point-1</i>	23-27 octobre 78	A. Sinclair	détroit de Northumberland	études de migration de hareng
<i>Canso condor-3</i>	20 octobre-10 novembre 78	K. Waiwood	banc Georges	études d'écoulement d'énergie
<i>Canso Condor-4</i>	13-20 novembre 78	L. Cleary	plateau Scotian	études de migration du lieu noir et de la morue

NOTES

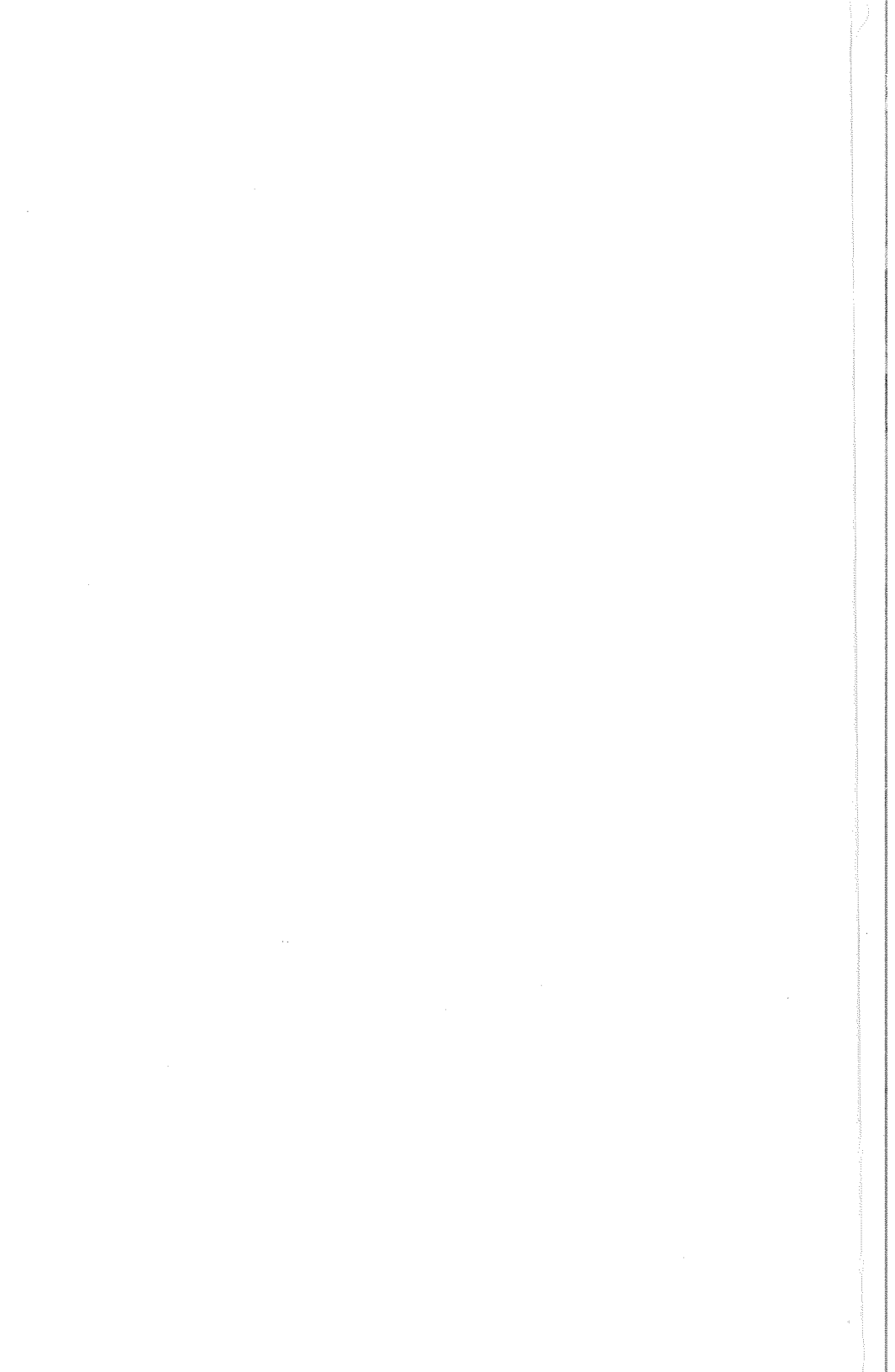
—pour plus de renseignements sur certaines expéditions, s'adresser à: M. P. Latrémouille, Institut océanographique de Bedford, C.P. 1006, Dartmouth, Nova Scotia, B2Y 4A2.

—Il n'y a pas eu d'expéditions correspondant aux numéros 77-037 à 77-047 et 78-037 à 78-049.

M. William L. Ford prend sa retraite

William L. Ford a été pendant 13 ans à la tête de l'Institut océanographique de Bedford. En novembre 1978 Cedric R. Mann lui a succédé comme directeur-général. Amis et collègues ont célébré les années passées sous son égide à une réception où il a reçu de nombreux cadeaux et beaucoup d'accolades. Parmi les cadeaux figurait une plaque spéciale offerte par l'Hydrographe régional Russ Melanson - ci-dessous à droite. Russ lui-même a pris sa retraite au mois de décembre après avoir passé 36 ans dans le Service hydrographique canadien.





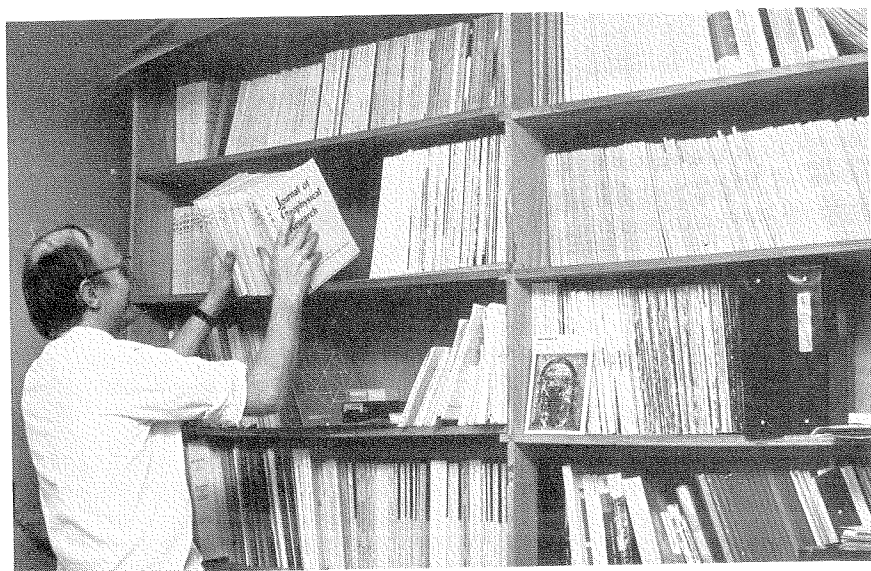
Agrandissement des installations de l'Institut

La construction des nouveaux bâtiments de l'Institut, commencée en février 1975, était mentionnée dans le dernier Rapport bisannuel. Elle a progressé régulièrement depuis; le programme de construction se déroule à peu près dans les délais prévus et le budget n'a pas été dépassé. Les plans de tous les principaux bâtiments sont maintenant achevés et la construction des principaux éléments est soit en cours soit terminée. Il reste maintenant à terminer tous les bâtiments, à apporter les améliorations et rénovations voulues aux bâtiments d'origine et à aménager le site.

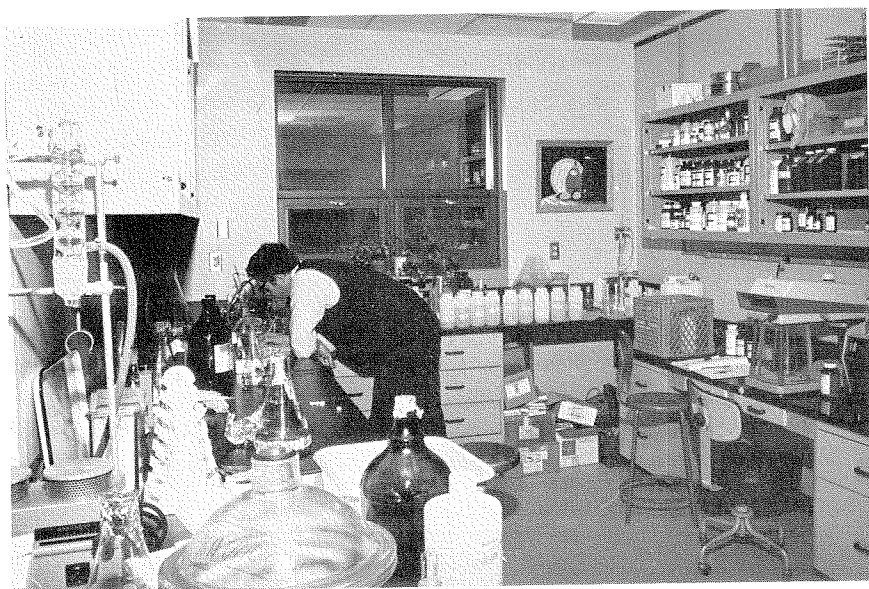
Lorsque les nouveaux bâtiments ont été prévus il y a environ cinq ans, on pensait qu'il y aurait une augmentation limitée du personnel de l'Etat et que les entrepreneurs privés auraient besoin de pas mal d'espace à l'Institut. La croissance du secteur commercial a été beaucoup plus lente que prévu - mais ceci a été plus que compensé par le transfert de personnel d'Etat d'Ottawa en vertu du programme de décentralisation et l'augmentation du personnel dont le travail est directement lié à la nouvelle zone de juridiction en matière de pêche de 320 kilomètres. Les nouveaux bâtiments seront donc - quand ils seront terminés - confortablement occupés par le personnel actuel, et il sera possible d'enlever les vieux locaux temporaires de l'Institut. Les photographies qui suivent montrent quelques-unes des nouvelles installations.



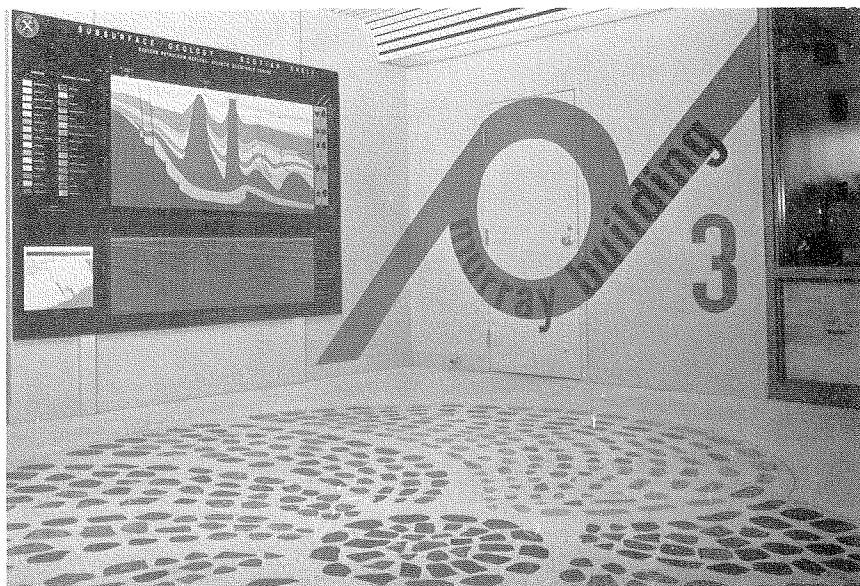
Vue aérienne de l'ensemble de l'IOB, prise de l'ouest. Les nouvelles installations comprennent: le bâtiment Murray (4) où sont logés le CGA et les bureaux de la Direction de la gestion et de la conservation des ressources; le bâtiment Holland (5), actuellement en construction, où seront logés les services communs tels que la bibliothèque, le centre d'informatique et la cafétéria; et le bâtiment Strickland (7) où sont logés certains bureaux et laboratoires du LEM. Les sections plus anciennes de l'ensemble sont le laboratoire des poissons (1), le bâtiment Vulcan (2), le bâtiment Polaris (3) et le bâtiment Van Steenburgh (6). (IOB 5115-17)



Le géophysicien Dick Haworth emménage dans son nouveau bureau dans la bâtiment Murray. (IOB 5184)



L'écologue Don Gordon au travail dans son nouveau laboratoire du bâtiment Strickland. (IOB 5192)



*Cette mosaïque, qui décore le sol de l'entrée du bâtiment Murray au troisième étage, oeuvre de Caroline Wallace, représente les alvéoles du foraminifère *Elphidium clavatum*. La photographie de ce fossile est à la page 173. (IOB 5178)*



Techniciens du groupe de la géologie du milieu marin au travail dans leur nouveau laboratoire du bâtiment Murray. (IOB 5201)

L'armature métallique du toit de l'auditorium du bâtiment Holland est abaissée en place par une grue. Ce nouveau bâtiment abritera les services communs tels que la bibliothèque, le centre d'informatique et la cafétéria. (IOB 5204-11)





**Pêches et Environnement
Canada**

**Fisheries and Environment
Canada**



**Energie, Mines et Ressources
Canada**

**Energy, Mines and Resources
Canada**