



Pêches
et Océans

Fisheries
and Oceans




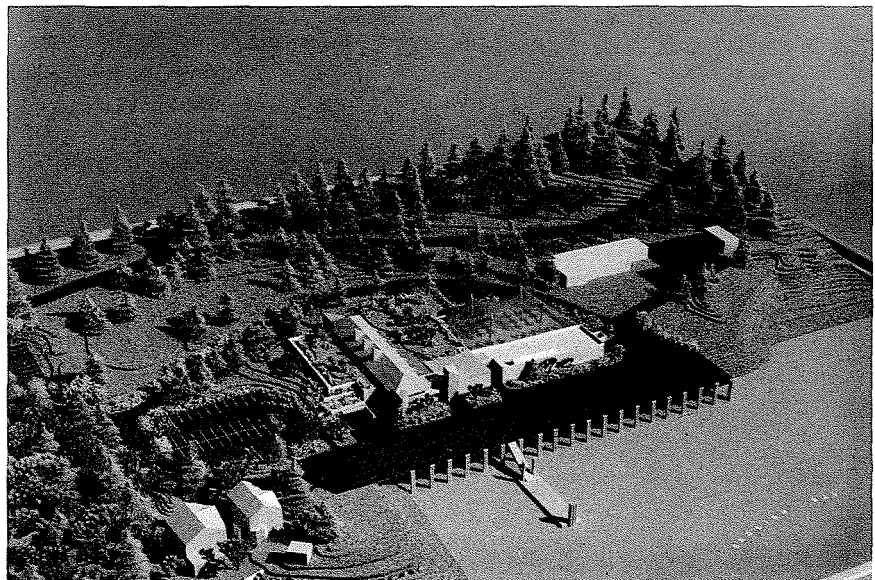
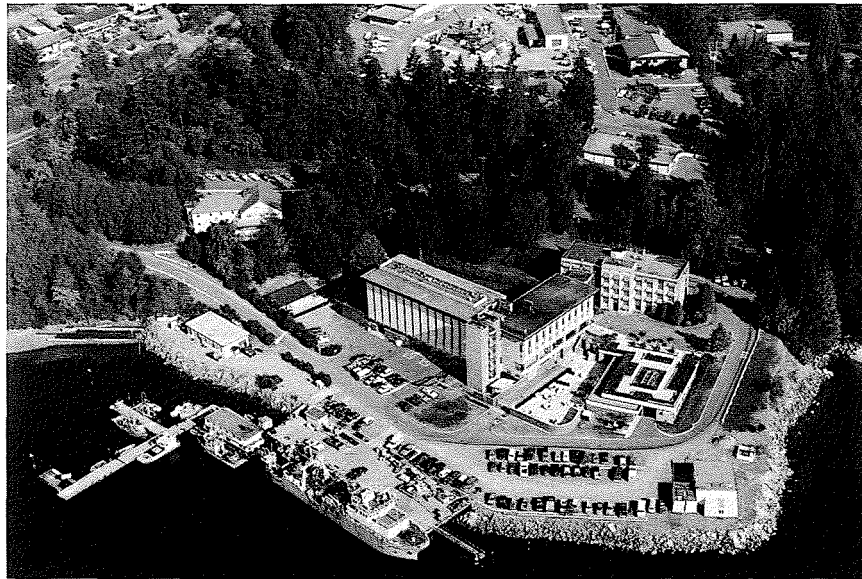
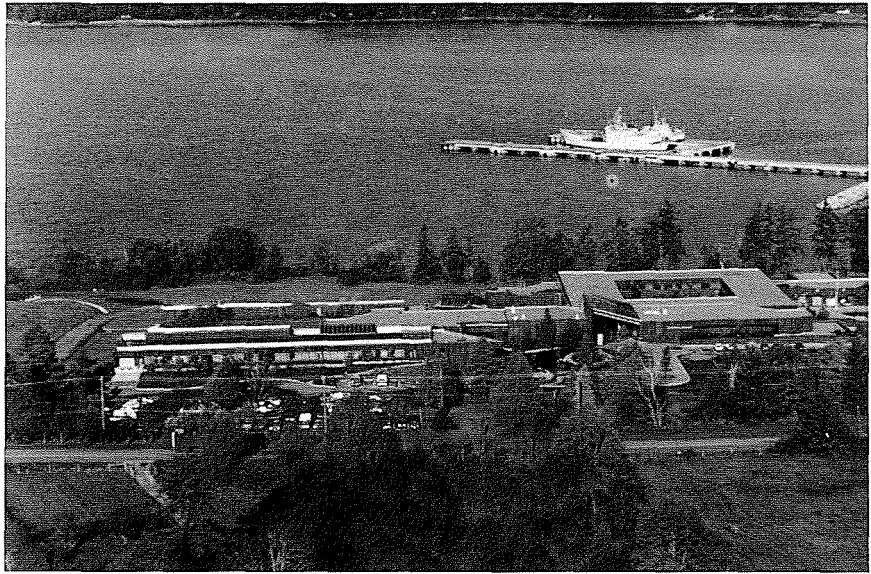
Revue Activités SCIENTIFIQUES 1986-1987



Canada

Ministère des Pêches et Océans, région du Pacifique

Revue Activités 
 **SCIENTIFIQUES**
1986-1987



Institut des sciences de la mer, Station biologique du Pacifique et maquette du laboratoire de Vancouver-Ouest dont la construction est presque terminée.



Pêches
et Océans

Fisheries
and Oceans



Revue Activités SCIENTIFIQUES



1986-1987

Canada

Ministère des Pêches et Océans, région du Pacifique

MPO/4026
Fs 1-45/1987F
ISBN 0-662-94590-5

Le présent rapport décrit les programmes et activités du Secteur des sciences pour la région du Pacifique du ministère des Pêches et Océans pendant l'année financière 1986/1987.

Il se veut une revue des activités de la Direction des sciences biologiques (dont le bureau central est situé à la Station biologique du Pacifique et les installations à Vancouver-Ouest, à Cultus Lake et à l'Institut des sciences de la mer) ainsi que du secteur de l'Hydrographie et des Sciences physiques et chimiques à l'Institut des sciences de la mer (ISM).

La présente nouvelle publication, découlant d'une restructuration au ministère, remplace les antérieures revues annuelles des établissements individuels.

La Revue scientifique 1986/1987 a été produite par la Direction des communications, région du Pacifique; rédacteurs : Kelly Francis et Kate Glover.

COUVERTURE AVANT: Le progrès des techniques de modélisation informatique haute résolution des turbulences permettent de produire des images couleurs simulées de l'océan qui reproduisent la complexité de l'océan tel qu'on peut l'observer sur des photographies prises par satellite ou d'un séronef.

COUVERTURE ARRIÈRE: Le champ d'écoulement qui induit un champ couleur (couverture arrière) est identifié par les contours de hauteur de la surface de la mer. Les contours blancs correspondent à une hausse de la hauteur, tandis que les contours noirs correspondent aux dépressions. En raison des effets de la rotation de la Terre, les masses d'eau ont tendance à tourner dans le sens horaire autour des hausses et dans le sens antihoraire autour des dépressions (dans l'hémisphère nord).

Pour obtenir des exemplaires additionnels ou de plus amples renseignements, veuillez communiquer par écrit avec :

L'Institut des sciences de la mer
B.P. 6000
9860 West Saanich Road
Sidney (Colombie-Britannique)
Canada V8L 4B2

La Station biologique du Pacifique
Hammond Bay Road
Nanaimo (Colombie-Britannique)
Canada V9R 5K6

Table de matières



Introduction	7
INSTITUT DES SCIENCES DE LA MER	
Hydrographie	11
Travaux hydrographiques	11
Cartographie marine	13
Marées et courants	14
Services d'ingénierie	18
Physique et chimie de la mer	21
Océanographie physique	21
Fjords	21
Plateaux continentaux	22
Circulation à grande échelle et climat	25
Processus de la couche supérieure	28
Développement des prévisions	29
Instruments et méthodes d'observation	30
Océanographie chimique	31
Centre d'étude climat-chimique des océans	33
Pollution	34
Flux océaniques	36
Pluies acides	36
Océanographie en mer de Beaufort	37
Écologie marine (voir Sciences biologiques)	
Évaluation des données	40
DIRECTION DES SCIENCES BIOLOGIQUES	
Saumon et activités internationales	46
Détermination de l'âge des poissons	57
Poissons de fond	59
Mollusques et crustacés	69
Hareng	74
Écologie marine	79
Mécanismes du recrutement	83
Santé du poisson et parasitologie	91
Pisciculture	95
Capacité d'accueil de l'habitat	102

Services de soutien, sciences et relevés	107
Navires	107
Services informatiques	111
Communications	112
Direction des services de gestion/Direction du vérificateur	114
Appendices	115
I Publications	116
Institut des sciences de la mer	116
Direction des sciences biologiques	122
II Personnel permanent	137

Introduction

En 1986-1987 il y a eu une réorganisation du ministère des Pêches et Océans (MPO) qui a entraîné la répartition des activités dans six régions au pays ainsi que des modifications majeures de la structure administrative. Un nouvel organisme scientifique a été créé et placé sous la direction d'un sous-ministre adjoint alors que toute la gamme des activités scientifiques dans chacune des régions a été confiée à un directeur régional des sciences.

La nouvelle structure de l'organisme scientifique pour la région du Pacifique est présentée à la fin de la présente revue. L'ancienne composante Sciences de la mer et Levés à l'Institut des sciences de la mer (ISM) de Sidney ainsi que les activités scientifiques en biologie à la Station biologique du Pacifique (SBP) à Nanaimo et les stations satellites à Vancouver-Ouest et ailleurs font maintenant rapport, par l'entremise des directeurs de directions, au directeur régional des sciences qui est lui-même directement responsable envers le directeur général régional du Ministère. De plus des liens étroits sont maintenus entre le SMA aux sciences et la communauté scientifique du Ministère répartie d'un bout à l'autre du Canada.

Parmi les autres changements mentionnons la création de deux centres d'expertise scientifique (CES) dans la région du Pacifique. Ces centres mettent en évidence des activités spécifiques d'une importance nationale dans notre programme scientifique et se veulent des foyers de l'effort de recherche sur des questions prioritaires. Les CES de la région du Pacifique s'occupent de recherche en génétique et en biotechnologie (au Laboratoire de Vancouver-Ouest et à la SBP) à l'appui tant des initiatives de mise en valeur du Ministère que de l'industrie de l'aquaculture, et de l'activité de recherche en chimie en rapport avec le climat à l'ISM dans le cadre de l'étude de "l'effet de serre" et du rôle de l'océan sur la chimie du climat.

D'autres modifications de la structure administrative du MPO dans la région du Pacifique ont unifié les fonctions des services financiers, du personnel et des autres services de soutien au bureau central à Vancouver alors que la gestion des navires et les opérations connexes, tant pour les activités scientifiques que pour la mise en application de la réglementation, ont été centralisées à l'ISM. Des travaux d'agrandissement des quais et des dépôts sont en cours. Enfin la construction du nouveau Laboratoire de Vancouver-Ouest a été entreprise pendant l'année et les travaux devraient être terminés au début de 1988. Cette installation servira de centre pour les recherches dans les domaines de l'habitat, de la fertilisation des lacs, des mécanismes du recrutement et de la génétique, de la biotechnologie et de pisciculture et sera une addition bien accueillie dans la région.

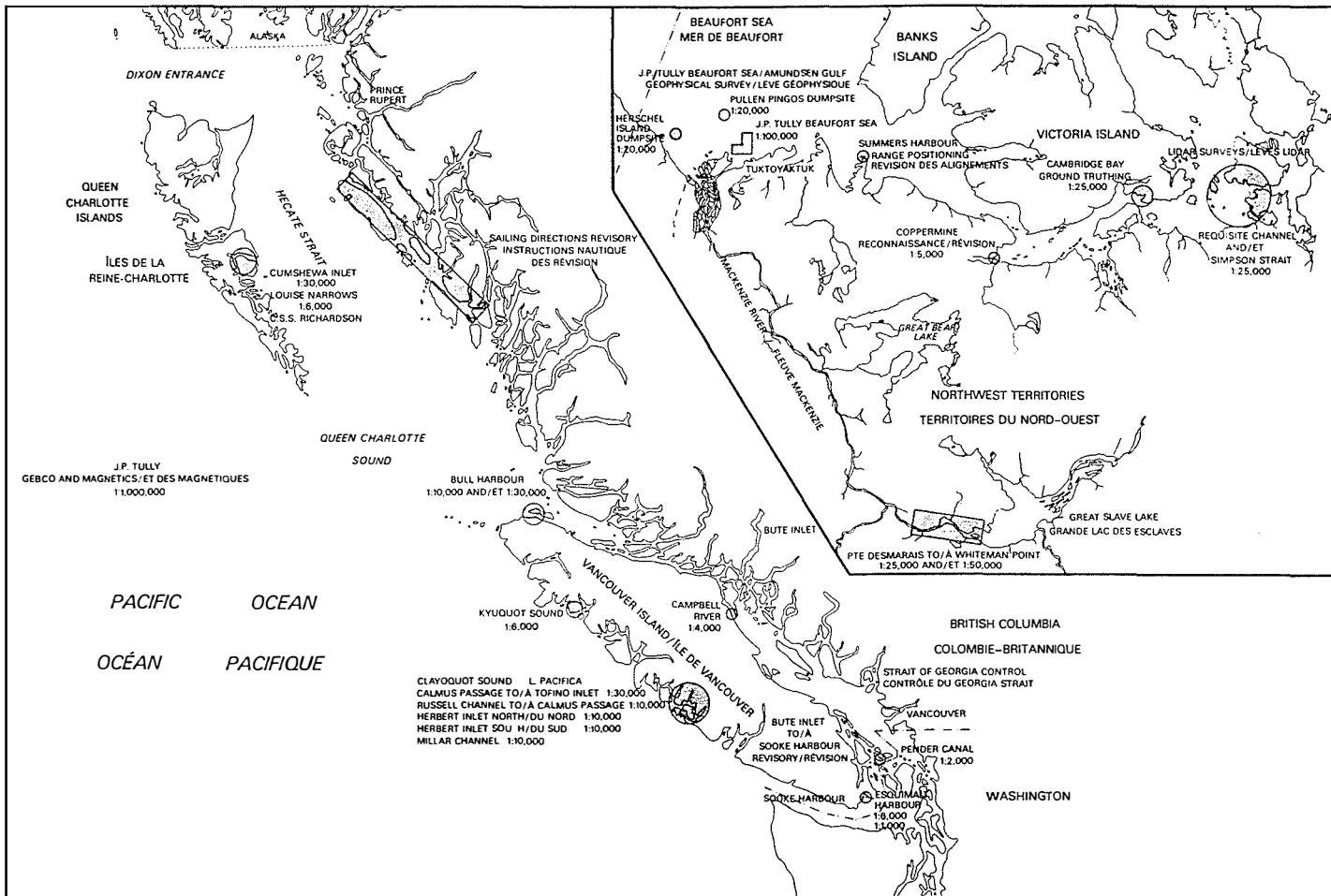
Les besoins et les préoccupations de nature scientifique des clients du Ministère seront encore traités conformément aux politiques et priorités du gouvernement par le nouvel organisme scientifique. Les programmes seront axés sur un engagement à

plus long terme à l'endroit de la recherche fondamentale orientée, des questions locales et, lorsqu'ils seront justifiés, des projets pluridisciplinaires de recherche. Des programmes océanographiques, hydrographiques et biologiques énergiques seront maintenus dans le cadre desquels l'emphase sera placée sur l'excellence scientifique, l'approfondissement des connaissances scientifiques et la prestation d'évaluations et de conseils scientifiques.

Fait digne de mention en 1986, le Dr. Cedric R. Mann a pris sa retraite après avoir occupé le poste de directeur général de l'Institut des sciences de la mer. Son influence ne se limitait toutefois pas à l'île de Vancouver ou même à la côte Ouest. Le Dr. Mann avait été directeur général à l'Institut d'océanographie de Bedford après avoir été océanographe principal puis directeur du Laboratoire océanographique de l'Atlantique. Ses travaux scientifiques dans les domaines de la circulation et de la dynamique des océans, effectués dans l'Atlantique et dans l'Antarctique, demeurent pertinents à ce jour. Sa connaissance des sciences et sa pénétration de l'océanographie l'ont amené à organiser la circumnavigation des Amériques par l'Hudson en 1970, à encourager la participation scientifique des universités, de l'industrie et des gouvernements à la Société canadienne de météorologie et d'océanographie (anciennement la Société canadienne de météorologie), à inspirer les océanographes canadiens à tourner leur attention vers les très nécessaires travaux sur les plateaux continentaux et, plus récemment, à devenir un porte-parole canadien bien en vue et un défenseur des aspects océanographiques de la recherche mondiale sur les climats. Non seulement scientifique de renom, mais aussi administrateur des sciences, il a, de 1979 à 1986, dirigé discrètement mais fermement l'ISM de manière à le faire accéder au rang d'établissement scientifique réputé.

INSTITUT DES SCIENCES DE LA MER





Programme hydrographique de la région du Pacifique pour 1986

Hydrographie



Le Service hydrographique du Canada dans la région du Pacifique est responsable des levés de la côte du Pacifique au Canada, des eaux de l'Arctique occidental et des voies navigables intérieures aussi loin vers l'est que la frontière Saskatchewan-Manitoba. En plus des cartes marines le SHC publie également des publications connexes incluant des tables des marées et des instructions nautiques. Des relevés des marées et courants ont également été effectués afin d'assurer la disponibilité de données fiables pour les prévisions des marées et pour d'autres fins spécifiques. Le mandat de la région englobe également la mise au point d'instruments et la liaison avec l'industrie.

Parmi les faits saillants de l'année mentionnons la publication de la carte 3312, une nouvelle forme d'atlas de croisière pour les bras de mer Desolation et Jervis. Cet atlas a été présenté lors d'une réception à bord du JOHN P. TULLY pendant l'Expo 86 et les ventes ainsi qu'une réaction positive de la part des utilisateurs de cartes indiquent une acceptation générale de ce nouveau produit par les plaisantiers. En août le submersible PISCES IV a été rattaché au PANDORA. Il en vue d'un programme très réussi de plongées profondes sur les événements hydrothermaux au mont sous-marin Axial. Ce programme était une entreprise en participation de scientifiques du MPO, du MEMR, de l'université de Victoria et de la NOAA qui fournissait le navire. Un tsunami le 7 mai 1986 a permis de mettre à l'épreuve le système d'avertissement de la région; la vague qui est arrivée à l'heure prévue, était toutefois d'une amplitude insignifiante.

Travaux hydrographiques



Des modifications des routes de navigation, des types et des dimensions des navires, des ports, de la topographie du fond et de la ligne de rivage exigent de nouveaux levés ou la reprise de levés déjà effectués. En 1986/1987 le programme de travaux hydrographiques comportait des levés sur la côte du Pacifique ainsi que dans l'Arctique.

La principale équipe de levés côtiers a été affectée à la barge L. PACIFICA de avril à octobre pour la poursuite des levés de 1985 dans le complexe des bras de mer Tofino. À la fin de la saison des levés du bras de mer Tofino, du bras de mer Bedwell, du passage Calmus, du chenal Russell, du bras de mer Herbert, de la

partie intérieure du bras de mer Clayoquot et d'une partie du chenal Millar avaient été complétés. (*Responsable : J.V. Crowley.*)

Le JOHN P. TULLY a poursuivi les levés en mer de Beaufort au nord de Tuktoyaktuk. Les conditions glacielles ayant été favorables cette année, ce projet a bien progressé. Des levés ont été effectués en deux emplacements éventuels de déversement pour le compte du Service de la protection de l'environnement (SPE) et de nouveaux levés géophysiques, reliant les travaux antérieurs dans la baie Mackenzie à ceux effectués dans l'entrée du golfe d'Amundsen, ont été effectués en collaboration avec du personnel du Centre géoscientifique de l'Atlantique (CGA). (*Responsables : M.V. Woods, ISM ou S. Blasco, GCA.*)

Des données GEBCO (General Bathymetric Chart of the Oceans) sur le magnétisme, XBT (Expendable Bathythermograph, bathythermographes à sondes perdues) et SAIL (Serial ASCII Instrument Loop) ont été recueillies lors des traversées à l'aller et au retour de l'Arctique dans le cadre d'un programme permanent. (*Responsable : M.V. Woods.*)

Une équipe détachée du JOHN P. TULLY a fourni une aide à la Garde côtière canadienne (GCC) en effectuant un levé de reconnaissance des approches du quai de Coppermine et en positionnant les repères d'alignement au hâvre Summers. (*Responsable : A.R. Raymond.*)

À la demande de la SBP, une équipe à terre a effectué un levé de l'estuaire de la rivière Campbell. (*Responsable : M.M. Ward.*) De plus un levé à grande échelle du canal Pender a été complété en vue d'une nouvelle cartographie. (*Responsable : E.D. Sargent.*) Des levés de révision du bras de mer Bute et de la partie méridionale du golfe de Géorgie ont été effectués. (*Responsable : R.M. Hare.*) Un levé à grande échelle des secteurs adjacents aux quais de l'ISM a été effectué dans le cadre d'une étude de faisabilité des agrandissements proposés de ces installations. (*Responsable : C.L. Nowak.*)

Un levé au radar optique (LIDAR) a été effectué à contrat dans le détroit de Simpson et le chenal Requisite tout comme une vérification sur le terrain du levé LIDAR de 1985 à Cambridge Bay. (*Responsable : B.M. Lusk.*)

Des levés ont été effectués à contrat sur la côte au hâvre Bull et sur la barre Nahwitti ainsi que le long du fleuve Mackenzie du Grand Lac des Esclaves au ruisseau Morrissey. (*Responsable : B.M. Lusk.*)

Au début de 1987 de nouvelles photographies aériennes et un tracé de la ligne de rivage ont été produits à contrat en vue de la reprise du levé du port de Vancouver en 1987. (*Responsable : B.M. Lusk.*)

Instructions nautiques

La sixième édition du *Small Craft Guide, Boundary Bay to Cortes Island (Volume II)* a été publiée en avril et la quatrième édition des *Instructions nautiques pour l'Arctique canadien (Volume III)* a été publiée en juillet. De nouveaux renseignements, de nouvelles photographies et de nouveaux diagrammes ont été incorporés à ces éditions.

Une inspection sur le terrain a été effectuée afin d'apporter les révisions nécessaires à une partie du *B.C. Sailing Directions, Volume II (North Portion)* et de nouvelles photographies du fleuve Fraser et du port de Vancouver ont été obtenues pour le *B.C. Sailing Directions, Volume I*.

Cartographie marine

Pendant l'année la principale réalisation de la Section de production de cartes a été la diffusion en avril d'un atlas spécial destiné aux plaisantiers qui comprend 29 annexes graphiques et a été produits sous l'appellation Carte 3312; il couvre la région des bras de mer Jervis et Desolation. Au total 19 cartes nouvelles ont été publiées dans la région du Pacifique. Huit d'entre elles sont des cartes nouvelles de l'Arctique occidental qui avaient été produites à contrat en 1985/1986 en vue de leur impression en 1986/1987. Dix-sept autres cartes ont été produites à contrat en vue de leur impression en 1987/1988. Soixante-huit nouvelles éditions de cartes ont été produites, dont les éditions de 1986 et de 1987 des cartes en bandes du fleuve Mackenzie. De plus 23 réimpressions, dont deux à l'administration centrale, quatre annexes graphiques de correction et une édition de surimpression ont également été produites et publiées.

Le Centre de données hydrographiques a traité 501 plans, 623 formulaires MAREP (Programme de rapports de navigateurs des Escadrilles nautiques canadiennes) et a répondu à 71 demandes de documents de levés.

On a publié 127 Avis aux navigateurs et six Avis à la navigation avec les tracés nécessaires de correction des cartes.

Le personnel de correction des cartes a effectué 160 000 corrections sur des cartes individuelles et le bureau de vente des cartes a distribué 154 415 cartes, 70 475 publications et 29 184 brochures d'information au cours de l'année.

La Section de production des cartes a continué de fournir des services de soutien à l'Institut, environ 350 projets divers ayant été complétés pendant la période visée par la présente revue.

La cartographie automatisée est restée un secteur très productif et il a fallu insérer des quarts de travail supplémentaires pour respecter les échéanciers de production. Les deux tables de numérisation et stations de mise en forme ont été utilisées suivant deux quarts de travail pendant les périodes de pointe. Pendant l'année plus de 300 tracés ont été produits au moyen du traceur Kongsburg.

Les activités du secteur éducation et promotion à l'extérieur se sont limitées pour cette année à notre participation au Salon nautique de Vancouver. Toutefois de nombreuses visites et conférences ont été offertes sur place à l'ISM aux étudiants du cours de navigation de plaisance et aux membres des Escadrilles nautiques canadiennes.

Carte #	Cartes nouvelles publiées en 1986/1987	Échelle
3053	Shuswap Lake	1:50 000
3312	Jervis Inlet and/et Desolation Sound	diverses
3538	Desolation Sound and/et Sutil Channel	1:40 000
3539	Discovery Passage	1:40 000
3541	Approaches to/Approches à Toba Inlet	1:40 000
3542	Bute Inlet	1:40 000
3543	Cordero Channel	1:40 000
3552	Seymour Inlet and/et Belize Inlet	1:50 000
3685	Tofino	1:20 000
3890	Approaches to/Approches à Skidegate Inlet	1:40 000
3958	Prince Rupert Harbour	1:20 000
7661	Demarcation Bay to/à Phillips Bay	1:150 000
7662	Mackenzie Bay	1:150 000
7663	Kugmallit Bay	1:150 000
7664	Liverpool Bay	1:150 000
7665	Franklin Bay and/et Darnley Bay	1:150 000
7666	Cape Lyon to/à Tinney Point	1:150 000
7667	Dolphin and Union Strait to/à Prince Albert Sound	1:150 000
7685	Tuktoyaktuk Harbour	1:15 000

Marées et courants



Le Service hydrographique du Canada dans la région du Pacifique effectue, ou fait effectuer, l'entretien de 16 stations marégraphiques permanentes sur la côte du Pacifique et de cinq de ces installations dans l'Arctique occidental. De plus quatre stations marégraphiques temporaires sont exploitées sur la côte du Pacifique sur une base continue et plusieurs marégraphes temporaires ont été installés sur ces deux littoraux pendant les levés hydrographiques.

La région du Pacifique exploite et entretient également les instruments canadiens du réseau d'alerte aux tsunamis du Pacifique situés à Bamfield, à Tofino et à l'île Langara.

L'acquisition et le traitement des données des marégraphes permanents et temporaires se sont effectués suivant l'échéancier prévu et le taux de récupération des données a été de 98.6 %. Les enregistrements traités et numérisés sont expédiés au Service des données sur le milieu marin (SDMM) de manière ininterrompue et avec un retard d'environ deux mois. Les enregistrements des marégraphes analogiques dans l'Arctique occidental ont été assemblés et traités, mais n'ont pas été expédiés au SDMM en raison de leur mauvaise qualité. Des jauges de pression et des baromètres ont été exploités de concert avec des instruments analogiques dans l'Arctique depuis plusieurs années. Les enregistrements de ces jauges ont été complètement assemblés et seront transmis au SDMM.

Les données des marégraphes installés à Campbell River, au hâvre Nanoose à Gold River et à Zeballos ont également été utilisées dans le cadre d'une étude des mouvements de la croûte terrestre sur l'île de Vancouver effectuée conjointement avec le Centre géoscientifique du Pacifique (CGP). Les enregistrements de trois marégraphes permanents ont été traités de manière préférentielle et les niveaux moyens de la mer quotidiens et mensuels ont été transmis au Dr. Wyrski de l'université de Hawaii afin de satisfaire aux engagements du Canada dans le cadre du Système mondial intégré de stations océaniques (SMISO). *(Responsable : F.E. Stephenson.)*

Le 7 mai 1986 un séisme (mesurant 7,7 sur l'échelle de Richter) au sud d'Adak dans les îles Aléoutiennes amenait le Centre d'alerte aux tsunamis de l'Alaska à émettre un avertissement de tsunami imminent sur les côtes canadiennes et américaines; cet avertissement a constitué une épreuve rigoureuse du degré de préparation du personnel de la Section des marées et courants et des détecteurs de tsunami. La réponse du personnel a été immédiate alors que celle des instruments n'a pu être évaluée puisque, heureusement, le tsunami ne s'est pas manifesté. Il aura toutefois permis d'éprouver notre collaboration avec d'autres scientifiques, avec le Programme d'urgence provincial de C.-B. et avec Protection civile Canada ainsi que les communications avec les médias qui ont été jugées satisfaisantes. *(Responsable : W.J. Rapatz.)*

Des levés courantométriques des périlleux passages étroits aux courants rapides de la côte de Colombie-Britannique, effectués au moyen d'une combinaison de manomètres, d'observations en temps réel et de mesures du courant, ont été couronnés de succès et se poursuivent. Ces levés ont permis d'implanter quatre nouvelles stations de référence pour les courants ainsi qu'une amélioration importante d'une station de référence existante des Tables des courants et marées de 1987. Les préparatifs ont été complétés en vue d'un levé courantométrique du chenal Okisollo, des rapides Yuculta et Arran ainsi que du passage Seymour en 1987/1988. *(Responsable : M.J. Woodward.)*

En juin le PARIZEAU a complété une croisière dans le but de mesurer les courants de surface au tourbillon Tully au large de l'île de Vancouver. Le PARIZEAU a également été utilisé en octobre et novembre pour effectuer des mesures du courant

en surface et de CTP (conductivité-température-profondeur) en des emplacements spécifiques de l'entrée Dixon, où des renseignements supplémentaires étaient nécessaires pour tirer des conclusions valides concernant les configurations tidales et non tidales des courants dans ce secteur. Trois films cinématographiques des courants à diverses profondeurs ont été réalisés dans l'entrée Dixon et le détroit d'Hécate et faciliteront la description des configurations complexes qui changent rapidement. (*Responsables : W.S. Huggett, W.R. Crawford.*)

Les travaux sur des modèles numériques des estuaires du fleuve Fraser et de la rivière Campbell se sont poursuivis. Dans le cas du Fraser d'autres mesures ont été effectuées au point de trifurcation près de New Westminster. Des prévisions et des prévisions à posteriori des hauteurs de la surface de l'eau et des courants ont été fournies sur demande à un grand nombre d'organismes. Des préparatifs ont été entrepris afin d'inclure les temps de résidence des polluants dans le modèle de prévision. Dans l'estuaire de la rivière Campbell la phase sur le terrain d'une étude visant à déterminer l'impact d'un projet de mise en valeur du milieu sur les aires d'alimentation des salmonidés a été complétée. La mise au point d'un modèle numérique englobant l'intrusion d'eau salée est en cours. (*Responsable : A.B. Ages.*)

Dans l'Arctique canadien un levé de reconnaissance a été effectué afin de déterminer la faisabilité de levés courantométriques dans les détroits de Simpson et de Bellot. Des marégraphes dans les îles de la Reine-Elizabeth et à Pond Inlet, installés il y a cinq ans et vérifiés chaque année, ont été récupérés pour la dernière fois en 1986.

Approximativement 300 demandes de renseignements sur les marées, les courants, les niveaux d'eau ou les repères de nivellement émanant de groupes professionnels ou commerciaux ont été traitées ainsi qu'un grand nombre d'autres demandes émanant du grand public. Le tsunami du 7 mai a suscité approximativement 250 appels téléphoniques en un intervalle de deux heures.

Des renseignements sur les marées et courants ont été fournis pour 28 cartes nouvelles, 34 nouvelles éditions de cartes et deux éditions d'Instructions nautiques. Des vérifications de niveaux de référence ont été effectuées pour 92 minutes ou autres documents hydrographiques.

Groupe de plongée sous-marine

En 1986 les 11 plongeurs brevetés de l'ISM ont effectué 78 plongées sur la côte du Pacifique ou dans l'Arctique occidental.

Afin d'atteindre les objectifs fixés dans le cadre de ces 78 plongées, les plongeurs se sont mis à l'eau 140 fois pour passer 62,3 heures (plus de deux jours et demi) à effectuer diverses tâches dont l'installation, la récupération et la réparation d'instruments.

Le plus important projet a été une étude des marées et courants dans la région de l'île Stuart. En 1986 environ la moitié du temps de plongée a été consacrée au soutien dans le cadre de ce projet. Les emplacements ont été choisis et les ancrs ainsi que les manomètres ont été installés pendant les croisières effectuées en juin et en novembre. En raison des nombreux et puissants courants dans ce secteur, ces plongées devaient être soigneusement planifiées.

Le projet qui représentait le défi le plus stimulant a été le Projet de scintillation acoustique mené dans le chenal Cordova. Dix des plongeurs de l'institut ont participé à ce projet pendant une période de deux semaines en octobre. Les trépieds pour le système acoustique et les câbles pour les signaux ont été installés des deux côtés du chenal, et trois amarres sous la surface renfermant six courantomètres ont été installées dans le chenal. Les plongeurs ont aidé au positionnement et à l'alignement des trépieds ainsi qu'à la récupération et à une nouvelle installation d'un des ensembles électroniques. Ils ont également aidé à assurer que des données valides étaient obtenues par les courantomètres en enlevant à plusieurs reprises pendant le projet le varech qui s'y déposait.

Les plongeurs de l'institut ont également effectué des inspections sous l'eau du TULLY, du PARIZEAU, du TANU et du RICHARDSON, en plus de procéder à la mise à l'eau du matériel nécessaire pour l'expérience contrôlée sur l'écosystème dans la baie Patricia et d'effectuer des examens des hauts-fonds à Bedwell Harbour et à Port Browning.

L'organisation des nombreux groupes de plongée du MPO a été légèrement modifiée en 1986. Des conseils régionaux de plongée ont été créés afin de conférer une certaine autonomie à chacune des régions. Dans la région du Pacifique le nouveau Conseil régional de plongée est composé de quatre agents de plongée de diverses directions ou de divers instituts. Le ministère se conforme toutefois dans l'ensemble à la "Norme régissant la pratique de la plongée à des fins scientifiques" de l'Association canadienne des sciences subaquatiques (ACSS). De plus le nouveau "Manuel de sécurité en plongée du MPO" est actuellement préparé à partir des normes de l'ACSS et devrait être disponible en 1987. (*Responsable : F.E. Stephenson.*)

Services d'ingénierie

Ce groupe apporte le soutien nécessaire pour les levés hydrographiques, la recherche océanographique et l'exploitation des navires en matière d'électronique, de génie mécanique et de soutien technique. Il assure également la liaison avec l'industrie tout en favorisant la mise en oeuvre de la politique établie d'affermage et les interactions entre l'ISM et d'autres ministères ainsi que le secteur privé. (*Responsable : T.A. Curran.*)

Travaux électriques à l'Institut

Des activités comme l'étalonnage, la réparation, l'installation et l'entretien d'équipement à l'appui des programmes hydrographiques et océanographiques ainsi que de l'exploitation des navires ont été menées avec succès pendant l'année. Les principaux systèmes dont le groupe s'est occupé sont les radios, les sondeurs de profondeur et numériseurs, les systèmes de positionnement et les enregistreurs de données.

Les navires, les vedettes et les barges PENDER et L. PACIFICA ont été armées à des fins hydrographiques. Un soutien sur le terrain a été fourni dans le cadre d'un levé en mer de Beaufort effectué à bord du TULLY ainsi que depuis l'ISM aux équipes locales de levés. (*Responsable : E.W. Hinds.*)

Developpements techniques

Ce groupe met au point des systèmes d'instrumentation hydrographique et océanographique sur mesure et conseille tous les groupes de l'ISM.

Le groupe a continué à se spécialiser de manière prioritaire en génie de l'acoustique sous-marine, tant pour des projets de l'institut que pour la gestion des contrats financés par le gouvernement et accordés à l'industrie privée. On a complété la construction d'une installation pour l'étalonnage des transducteurs sous-marins qui permettent un étalonnage précis de la plupart des émetteurs et hydrophones pour la plage de 10 à 700 kHz. Un certain nombre de blocs fonctionnels pour le traitement des signaux acoustiques ont été mis au point afin de faciliter la mise en oeuvre des systèmes notionnels et ont été appliqués à divers projets comme à un Système de télémétrie acoustique qui offre une méthode de transmission d'images vidéo couleurs depuis le fond marin jusqu'à la surface par un lien acoustique à faisceau étroit. Des contrats ont été complétés en vue de la mise au point d'un appareil de détection des déplacements et de poursuite des glaces dans le cadre d'un Projet de corrélation avec le sonar ainsi qu'en vue de la mise au point d'un déclencheur acoustique.

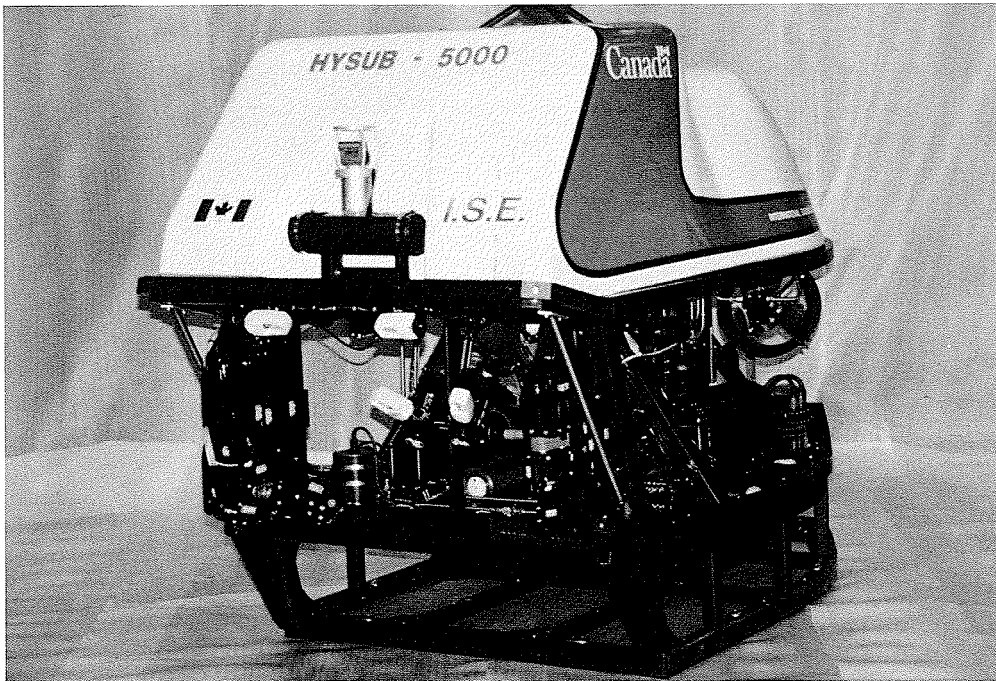
Des réparations d'équipement sonar spécialisé de navires ont été effectuées et des conseils en génie de l'acoustique ont été fournis à d'autres groupes de l'ISM et de la SBP à intervalles rapprochés.

Un soutien sur le terrain a été fourni pour l'installation initiale d'instruments antérieurement mis au point par le groupe comme le marégraphe télémétrique en temps réel utilisé par les équipes hydrographiques sur le terrain, le système de télémétrie Meteorburst utilisé pour la collecte des renseignements sur les marées aux emplacements éloignés, et le capteur de turbidité avec enregistreur de données

utilisé pour la mesure des événements épisodiques dans les secteurs de déversement de sédiments. Le Active Drifter a été lâché pour la collecte de données techniques sur l'exploitation du système et a été remis à l'entreprise privée pour perfectionnement.

Le groupe a assuré la gestion du contrat pour le projet Larsen dans le cadre duquel un système laser LIDAR est utilisé pour la mesure à grande vitesse de la profondeur d'eau depuis un aéronef volant à basse altitude. Il a mis au point un moteur de commande de la rotation du miroir du laser et un amplificateur logarithmique rapide qui ont permis d'améliorer de manière importante les résultats de la mesure de la profondeur. On cherche actuellement un laser amélioré.

Le contrat de mise au point d'un véhicule télécommandé a été géré de manière efficace; ce véhicule doit être exploitable jusqu'à une profondeur de 5000 mètres, profondeur que peut actuellement atteindre le meilleur véhicule du genre au monde. Un contrat a été accordé pour la mise au point d'un nouveau programme d'acquisition et d'archivage de données pour le SAIL, le système de traitement des données à bord des navires du MPO, qui est abondamment utilisé à bord des navires de l'ISM et qui constitue maintenant une norme internationale. (Responsable : J. Galloway.)



Engin télécommandé Hysub 5000 construit par I.S.E. pour le compte du ministère des Pêches et des Océans. L'engin doit être livré au début de 1988; il pourra travailler à des profondeurs de 5000 mètres et est doté d'un système de transmission des données de haute qualité.

Liaison avec l'industrie et attribution des contrats

En plus de l'attribution directe de contrats, l'ISM participe à certaines entreprises fédérales comme le Programme des propositions spontanées (PS) du ministère des Approvisionnements et Services (MAS) et le Programme d'aide à la recherche industrielle (PARI) du Conseil national de recherches. Le programme des PS facilite les propositions émanant du secteur privé et il en résulte des avantages pour les sociétés et l'ISM. Le PARI facilite le transfert de technologie des laboratoires du gouvernement, comme ceux de l'ISM, à l'industrie. De manière caractéristique, les subventions dans le cadre du PARI couvrent 50 % du coût des projets, le reste étant fourni par l'industrie.

De plus en plus, le secteur privé se soucie des droits de fabrication et de la protection de la technologie fondamentale mise au point dans les laboratoires avant son adoption par l'industrie. La Société canadienne de brevets et d'exploitation Limitée (SCBEL), une société d'État, peut fournir cette assurance et l'Institut transfère actuellement l'administration et le contrôle de plusieurs technologies à la SCBEL.
(Responsable : T.A. Curran.)

Physique et chimie de la mer



Océanographie physique



Le programme scientifique de la Division de l'océanographie physique couvre une gamme étendue de sujets, reflétant le caractère diversifié de la géographie et des activités en mer sur les côtes du Pacifique et de l'Arctique. Pendant l'intervalle visé par le présent rapport l'emphase a été placée sur l'amélioration de la description et la connaissance des conditions océaniques sur le plateau continental dans le Pacifique et en mer de Beaufort, ainsi que sur l'application des renseignements obtenus à la prévision du recrutement des stocks de poissons et des déplacements des glaces. Parmi les autres domaines qui ont fait l'objet d'une attention particulière mentionnons des études théoriques visant l'amélioration de la modélisation de la circulation à grande échelle dans les océans à titre de préparation pour des expériences internationales projetées, la mise au point de nouveaux instruments d'observation basés sur les méthodes acoustiques et l'amélioration des prévisions météorologiques et des états de la mer sur la côte du Pacifique en collaboration avec les ministères de l'Environnement et des Transports.

Fjords

Sur la côte du Pacifique une partie importante de l'aménagement s'effectue sur les rives de fjords et de passages étroits qui constituent l'habitat de stocks migrateurs et résidants de poissons et d'autres organismes marins. Ces endroits sont aussi de plus en plus reconnus comme emplacements propices à l'aquaculture. Il est nécessaire de prévoir les répercussions du développement industriel sur la qualité de l'eau et sur la faune et la flore marines. Cela exige la prévision de la répartition éventuelle de toute substance nuisible émanant de la zone aménagée et donc une connaissance des conditions caractéristiques et extrêmes des courants et du mélange, des valeurs caractéristiques et extrêmes des paramètres naturels comme

l'oxygène dissous et du comportement physique et chimique tant des substances naturelles que des substances introduites. Les courants et le mélange dans les fjords et les chenaux étroits résultent des effets combinés des marées, des vents, du ruissellement et des conditions à l'embouchure du fjord. Le principal obstacle scientifique à la production de modèles pour l'estimation des courants et de la structure verticale est un manque de connaissances des emplacements et du degré de mélange en rapport avec la structure verticale et les courants.

Une des manières d'aborder ce problème consiste à étudier les taux et les processus de mélange dans diverses conditions d'écoulement et de stratification par des mesures directes de la turbulence sur place et en laboratoire. Un instrument à lâcher en chute libre a été mis au point à cette fin et a fourni des profils de turbulence dans des chenaux aux eaux stratifiées (passages Sansum) et aux eaux parfaitement mélangées (détroit de Haro), avec visualisations obtenues par échou sondage haute fréquence. (*Responsable : A.E. Gargett.*)

Une autre méthode permettant de comprendre le rôle du mélange dans les fjords consiste à effectuer une analyse soignée des différences des distributions globales des propriétés de l'eau des différents fjords de la côte.

Il existe des plages étendues de profondeurs seuils, de hauteurs des marées et d'apports en eau douce. Des données historiques ont été utilisées pour estimer le mélange vertical d'après le taux de variation de l'oxygène dissous en eau profonde et ont permis des regroupements systématiques de bras de mer (*Responsable : D. Stucchi*). Un projet a été entrepris en collaboration avec l'université de Colombie-Britannique afin de comparer des mesures directes de l'intensité de la turbulence à des estimations du mélange basées sur les profils des propriétés de l'eau. (*Responsable : A.E. Gargett.*)

En réponse à des épisodes récurrents d'épuisement de l'oxygène dissous dans les couches supérieures du bras de mer Neroutsos, et aux conflits concomittents liés au déversement d'effluents d'usines de pâte et la survie des stocks locaux de saumons et de harengs, un programme d'observation a été entrepris. L'objectif de ce programme consiste à déterminer quels processus ont une influence importante sur les concentrations d'oxygène afin d'obtenir une certaine indication de l'efficacité éventuelle de diverses méthodes de réduction de l'impact du déversement d'effluents. La partie de l'étude effectuée sur le terrain prendra fin en octobre 1987. (*Responsable : D. Stucchi.*)

Plateau continentaux

Dans le cadre du programme d'océanographie physique, l'effort majeur est consacré aux plateaux continentaux. Cela reflète la responsabilité du Canada en matière de gestion de ces régions et le rôle que les connaissances scientifiques sont appelées à jouer en rapport avec les questions liées à la souveraineté et aux frontières.

Une description générale simple des courants et des propriétés de l'eau sur le plateau continental dans le Pacifique devrait être complétée dans un proche avenir alors qu'il faudra de trois à quatre années de plus pour en arriver au même stade dans le cas de la mer de Beaufort. Des données préliminaires sont disponibles pour les chenaux du passage du Nord-Ouest. Toutefois une meilleure connaissance des processus et de l'équilibre qui en découle est nécessaire pour la mise au point de modèles de prévision ainsi que pour la compréhension et l'application des résultats obtenus des systèmes de surveillance comme le programme d'échantillonnage aux stations du rivage. La stratégie actuelle consiste à concevoir et à effectuer des expériences d'observation afin de définir les facteurs déterminant les entités majeures, à utiliser la modélisation sur ordinateur pour la conception et l'interprétation d'expériences ainsi que pour l'extrapolation des résultats à d'autres situations, et à appliquer les connaissances actuelles à des problèmes pratiques.

Le levé descriptif à grande échelle du plateau continental du Pacifique, effectué en collaboration avec la Section des marées et courants du secteur de l'hydrographie, a débuté en 1978 au sud-ouest de l'île de Vancouver et s'est effectué progressivement en direction du nord. Pendant certaines années il a accaparé la plus grande partie du temps d'exploitation des navires et des courantomètres disponibles pour l'océanographie dans le Pacifique. Il a également permis la planification d'expériences axées sur les processus. (*Responsable : R.E. Thompson.*)

L'une de ces expériences axées sur les processus, stimulée par le levé général, a été l'expérience CODE-II. L'analyse des données du programme sur le terrain de 1984 a indiqué que le "tourbillon Juan de Fuca" n'est pas toujours présent même si sa formation semble favorisée par le champ d'écoulement engendré par l'opposition de l'écoulement sortant du détroit de Juan de Fuca et du courant portant au sud en été le long du rebord extérieur du plateau continental. (*Responsable : H.J. Freeland.*)

L'El-Nino de 1982-1983 a suscité un regain d'intérêt pour les effets de la variabilité des océans sur les stocks régionaux de poissons. Des mesures quotidiennes de la température de l'eau de mer en surface, et en certains endroits de la salinité, ont été effectuées en 15 emplacements côtiers pendant un grand nombre d'années (*Responsable : L.F. Giovando*). Elles fournissent une indication essentielle des conditions climatologiques, mais ne peuvent être comprises de manière détaillée sans une meilleure connaissance de la nature des signaux observés. S'inspirant des connaissances acquises dans le cadre du levé à grande échelle du plateau continental, un programme sur le terrain d'une durée de 10 ans a été établi en collaboration avec la Direction des sciences biologiques afin d'obtenir une description plus adéquate de la variabilité de l'océan dans le secteur du banc de La Pérouse qui sera utilisée dans les études de la variabilité des populations de morues charbonnières et de harengs. Ce programme exige l'entretien de trois postes d'amarrage de courantomètres et, plusieurs fois par année, le relevé de données de CTP et sur le plancton à des stations disposées suivant un quadrillage. En 1986/1987 le relevé aux stations du quadrillage a été effectué 10 fois. (*Responsable : R.E. Thompson.*)

Le projet La Pérouse lui-même devrait fournir les renseignements de base pour un nouveau Programme de survie du saumon en mer (PSSM) visant une amélioration

de la compréhension des facteurs influençant la survie en mer des saumons chinook et coho dans la baie Barkley et sur le plateau continental adjacent. Ce nouveau programme devrait débuter en 1987, et également être mené en collaboration avec la DSB, pour se poursuivre pendant trois ans. Il fait intervenir des études d'océanographie physique de la baie Barkley, du courant côtier de l'île de Vancouver et des tourbillons sur les bancs Swiftsure et Amphitrite. Plusieurs types de modèles des marées destinés à cette expérience sont mis au point. (*Responsable : M. Healey, SBP.*)

Le Comité du Programme de recherche et de développement énergétiques (PRDE) parraine des travaux en mer de Beaufort afin d'améliorer les données océanographiques en entrée pour les modèles de prévision des déplacements des glaces. Cela a exigé une amélioration importante de notre connaissance des réseaux de courants dans la région et de leurs réactions à l'entraînement atmosphérique. Un réseau de 16 postes d'amarrage de courantomètres a été installé au travers de la glace en avril 1986 et les appareils ont été récupérés avec succès un an plus tard. Des balises suivies par satellite ont été installées sur des floes et sur des bouées dérivantes (*Responsable : H. Melling*). Plusieurs types de modèles numériques de la réponse des courants à l'entraînement atmosphérique ont également été mis au point. Quoique très simplifiés, ils ont fourni certains résultats intéressants. Par exemple, la couverture glacielle protège l'eau sous-jacente des effets du vent, de sorte qu'on s'attendait à ce que les courants ne soient pas reliés aux systèmes météorologiques en hiver. Toutefois la glace transmet la pression barométrique ce qui permet aux gradients de pression en déplacement associés aux systèmes météorologiques d'entraîner des courants étonnamment rapides. Les courants des modèles sont très sensibles même à une topographie très peu accentuée, se ramifiant en configurations complexes à petite échelle lorsque non entraînés par un important système météorologique. (*Responsable : W.P. Budgell*.)

Dans le cadre du Programme d'initiatives pétrolières et gazières dans le Nord, un autre projet en mer de Beaufort se concentre sur le comportement et le devenir des hydrocarbures naturels dans l'espoir que les résultats s'appliqueront également aux hydrocarbures résultant du développement industriel. Une équipe du groupe de physique et chimie des océans, aidée de membres du Centre national de recherche en hydrologie, prévoit travailler depuis le rebord du plateau continental jusqu'aux secteurs les moins profonds, où les sédiments sont particulièrement mobiles. Quoique les travaux sur le terrain seront principalement effectués en 1987, une croisière préliminaire a été effectuée en 1986 à bord d'un navire affrété, le MV ARCTIC IVIK. Les données obtenues, en plus de permettre la mise à l'épreuve des méthodes et de l'équipement, serviront de données de comparaison et de référence pour les levés plus importants prévus en 1987. (*Responsable : R.W. Macdonald*.)

Circulation à grande échelle et climat

Les masses d'eau recouvrant les plateaux continentaux canadiens consistent en eau du large légèrement diluée par l'eau du ruissellement sur les terres et de la fonte des glaces. Des changements au large influencent les conditions dans les eaux côtières et ont souvent des répercussions économiques. Par exemple, le saumon passe au moins la moitié de sa vie dans l'océan, et les océans ont une influence majeure sur les configurations météorologiques qui déterminent le climat et sur l'accroissement des concentrations dans l'atmosphère des "gaz atmosphériques". Les études des océans ont été internationalement reconnues comme l'une des composantes majeures du Programme mondial de recherches sur le climat.

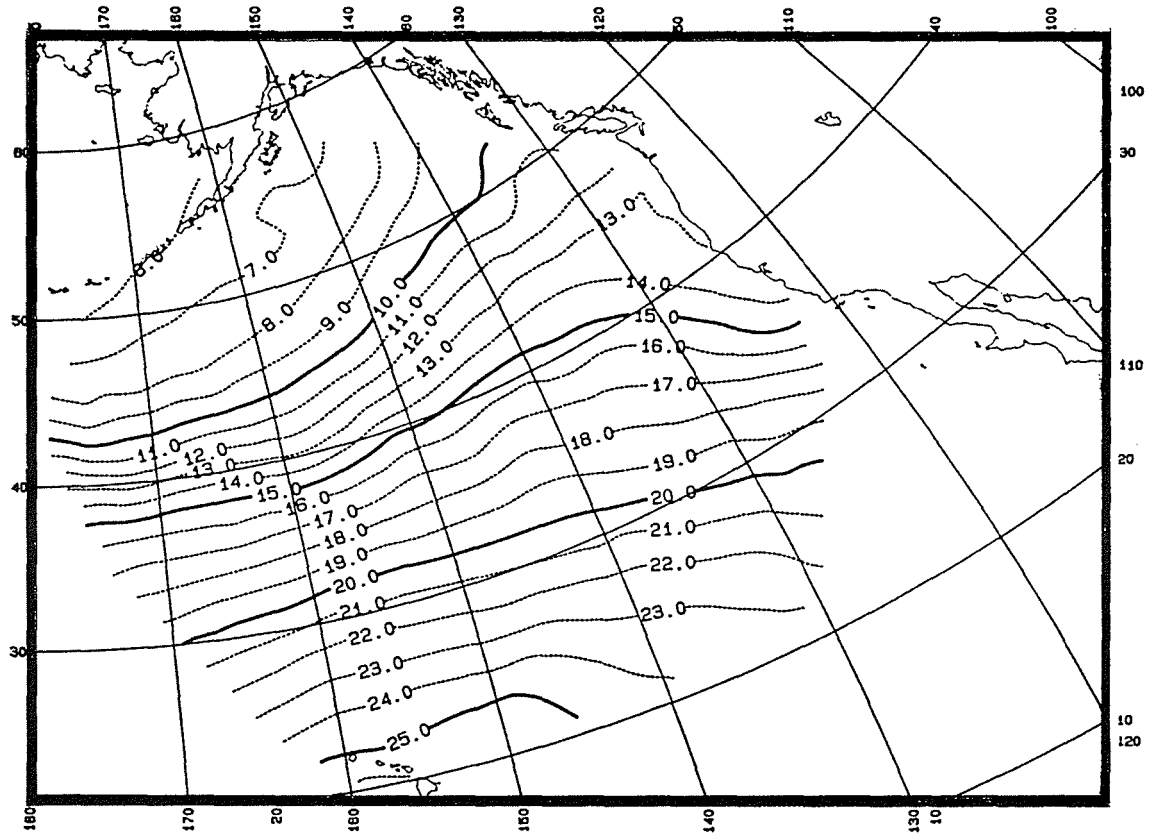
La principale source de documentation concernant la variabilité récente du climat océanique dans le nord-est du Pacifique est la série chronologique des observations effectuées à la station météorologique océanique P (50°N, 145°W). Entre 1956 et 1981 des observations ont été faites par des navires météorologiques patrouillant la ligne P entre la station P et l'embouchure du détroit de Juan de Fuca. Depuis 1981 des observations ont été effectuées plusieurs fois par année dans le cadre de croisières de recherche spéciales. L'échantillonnage a été étendu de manière à inclure la ligne R, entre la station P et le cap St. James. En 1986 quatre croisières ont été effectuées. Une analyse statistique des données obtenues sur la ligne P a montré que le cycle annuel dans la partie centrale du golfe d'Alaska est principalement attribuable aux fluctuations de température alors que sur le plateau continental il est principalement associé à des modifications de la salinité. (*Responsable : S. Tabata.*)

Les retombées issues d'essais atmosphériques de bombes à hydrogène ont marqué la surface de l'océan d'une quantité croissante de tritium, ce qui a fourni une méthode pour suivre les déplacements à grande échelle des eaux de l'océan. Une analyse des observations du tritium à la station P aux profondeurs comprises entre 500 et 1500 m a révélé que ces observations ne peuvent être expliquées en termes de mélange et que l'advection par les courants à grande échelle en constitue l'explication la plus probable. (*Responsable : A.E. Gargett.*)

Les données transmises en temps réel par l'entremise du réseau SMISO (Système mondial intégré de stations océaniques) sont utilisées pour préparer des cartes mensuelles largement diffusées des températures de la couche de mélange et à 100 m dans le Pacifique-Nord dans le cadre d'un projet conjoint avec le SDMM. Les observations, principalement fournies sur une base volontaire par des navires lâchant des XBT (bathythermographes à sondes perdues), sont d'une densité suffisante pour permettre une évaluation générale de la situation climatique sur les océans et des écarts significatifs par rapport à la normale, tels que représentés par les moyennes climatologiques. (*Responsable : M. Miyake.*)

Les estimations du transfert de chaleur vers le pôle dans le Pacifique-Nord, varient par une quantité égale au transfert de chaleur mieux connu dans l'Atlantique-Nord, soit environ 20 % de la perte de chaleur totale estimée pour l'hémisphère septentri-

onal. Le transfert de chaleur associé à l'intense mouvement tourbillonnaire dans la région du prolongement du Kuroshio a constitué un secteur d'incertitude. Une analyse récente de données de XBT suggère que ces transferts ne sont pas suffisamment importants pour expliquer les écarts. (Responsable : A.F. Bennett.)



Température moyenne de la couche de mélange dans le nord-est du Pacifique, en 1986.

Les expériences sur l'effet à long terme de variations atmosphériques sur le climat global exigent des modèles numériques (informatiques) représentant avec précision tous les processus importants. Un grand nombre de modèles de la circulation à grande échelle dans les océans ont été élaborés, mais ils font tous intervenir une simplification poussée de processus océaniques importants. L'utilisation des plus gros et des plus rapides ordinateurs du monde permet une résolution suffisante pour la représentation de l'équivalent océanique des conditions atmosphériques, mais cela ne peut être effectué que pour un bassin océanique aux dimensions réduites et pour une approximation restreinte de la structure verticale de l'océan. Des passages sur ordinateur très longs et coûteux sont nécessaires avant que de tels modèles atteignent un équilibre interne indépendant des conditions initiales

imposées. La mise au point de meilleures approximations des effets des tourbillons et des phénomènes à petite échelle présente en conséquence un grand intérêt et dans la stratégie de l'ISM les recherches sont concentrées dans ce domaine.

Les effets de processus à petite échelle comme la turbulence et le déferlement d'ondes internes sur les transferts verticaux de chaleur et de quantité de mouvement ont constitué un sujet d'étude. Les analyses de données d'observation suggèrent que la diffusivité verticale devrait dépendre de la stabilité de la colonne d'eau plutôt que de la valeur constante normalement utilisée (*Responsable : A.E. Gargett*). Des expériences numériques ont montré que les mouvements d'ondes internes agissent en réalité de manière à accroître la stabilité, compensant ainsi l'effet de la turbulence provoquée par leur déferlement (*Responsable : G. Holloway*). L'examen des tourbillons à moyenne échelle, l'équivalent des "conditions météorologiques" pour les océans, constitue un autre domaine de recherche. Une étude de l'interaction entre une topographie aléatoire des fonds et des courants serpentants a permis de découvrir un effet qui aurait tendance à produire, le long des marges continentales dans l'hémisphère nord, un écoulement par rapport à la direction duquel le continent se trouve à droite, et qui persisterait contre des vents modérés de direction contraire. (*Responsable : G. Holloway*.)

Il a été suggéré d'utiliser des bouées dérivantes et des flotteurs à des profondeurs intermédiaires comme instruments d'observation pour les études de diffusivité des tourbillons, mais la couverture disponible ne permet généralement pas d'obtenir une bonne fiabilité statistique. En conséquence, les résultats sont difficiles à interpréter dans le cas des modèles à grande échelle. Des travaux théoriques sur ce problème ont fourni un aperçu du niveau de confiance qu'il est possible d'atteindre avec des nombres particuliers de flotteurs (*Responsable : A.F. Bennett*). Avec certaines hypothèses concernant la structure verticale du champ de courant, des observations des pentes de la surface de l'océan effectuées au moyen d'altimètres à bord de satellites peuvent être utilisées pour cartographier le coefficient de diffusion turbulente dans le plan horizontal. Dans certaines régions les valeurs obtenues correspondent bien aux estimations plus classiques, mais ailleurs une mauvaise concordance exigerait des études plus poussées. (*Responsable : G. Holloway*.)

Des modèles numériques plus simples peuvent être utilisés pour effectuer des prévisions à court terme en fonction de données récemment obtenues, ou pour préparer une description optimale du comportement de l'océan à partir de données obtenues pendant une longue période de temps. Toutefois l'application de méthodes spéciales est nécessaire pour permettre au modèle d'accepter des données qui peuvent ne pas concorder avec les valeurs de prévision qu'il fournit. Ces méthodes d'assimilation de données constituent l'un des domaines d'activité de la Division de l'océanographie physique. On a récemment exploré leur utilisation dans les modèles des marées (*Responsable : W.P. Budgell*). Deux méthodes générales sont actuellement comparées pour l'évaluation de l'efficacité de l'échantillonnage au moyen de XBT effectué dans le cadre de l'expérience TOGA (Océan tropical/Atmosphère global, Tropical Ocean/Global Atmosphere) visant à détecter et à mesurer le type particulier de configurations des courants équatoriaux prévues en rapport avec les cas d'EL Nino. L'une de ces méthodes met en cause une détermination rétroactive des paramètres du modèle d'après toutes les données recueillies jusqu'à

un moment donné, alors que l'autre fait intervenir une méthode de lissage de Kalman afin de réduire l'effet de "choc" résultant de l'introduction de nouvelles données. (*Responsables : A.F. Bennett, W.P. Budgell.*)

Pour étudier la dispersion des matériaux émanant des champs d'événements hydrothermaux sur la crête Endeavour, un réseau de postes d'amarrage portant des courantomètres, des pièges à sédiments et des transmissomètres enregistreurs a été installé autour des événements en collaboration avec l'université d'état de l'Orégon. Une corrosion accélérée des ferrures en acier inoxydable, probablement attribuable au fluide émanant des événements hydrothermaux, a raccourci de beaucoup la durée d'utilisation des postes d'amarrage.

Les données récupérées aux postes d'amarrages les plus rapprochés des événements ont indiqué des composantes tidale et quasi- initiale des courants. Ces dernières sont probablement stimulées par des vents de tempête. Le panache émanant des événements a été cartographié au moyen d'un enregistreur de CTP et d'un transmissomètre remorqués. (*Responsable : R.E. Thomson.*)

Les processus qui règlent l'échange au-dessus des seuils des fjords de Colombie-Britannique règlent également l'échange entre l'océan Atlantique et la Méditerranée par le détroit de Gibraltar. Un financement assuré par les États-Unis a permis la participation à un projet d'étude de ces échanges qui a fourni une occasion de mettre à l'épreuve les conclusions des théories sur les échanges sur une plus grande échelle que ne le permettaient les eaux locales. Un programme très réussi a été mené sur le terrain depuis un navire américain et mettait en cause des postes d'amarrage, un levé des propriétés de l'eau et le courantomètre acoustique à effet doppler de l'ISM. (*Responsable : D.M. Farmer.*)

Processus de la couche supérieure

La circulation océanique est entraînée par des forces exercées sur la surface par l'échange de chaleur et d'eau au travers de la surface. Les processus en cause doivent être décrits pour permettre de prédire la réponse de l'océan aux conditions atmosphériques changeantes à toutes les échelles, depuis les conditions météorologiques jusqu'au climat. Les déplacements de la glace de dérive sont en partie déterminés par son interaction avec la couche supérieure de l'océan. Les vagues en mer influencent la sécurité de la navigation et la survie des aménagements sur le littoral et au large.

Un financement assuré par les États-Unis a permis à une équipe de l'ISM et de l'université de Victoria de participer à l'expérience FASINEX (Frontal Air-Sea Interaction Experiment) dans l'Atlantique au sud des Bermudes. Le comportement des nuages de bulles produit par les vagues déferlantes a été observé par des méthodes acoustiques et vidéo. Cela devrait éventuellement permettre d'améliorer les connaissances du rôle du déferlement des vagues dans le transfert d'énergie du champ

de vagues aux courants de la couche supérieure et fournir certaines estimations de l'importance des bulles dans le transfert de gaz comme l'oxygène et le gaz carbonique entre l'atmosphère et l'océan. (*Responsable : D.M. Farmer.*)

L'amélioration de la prévision du déplacement des glaces exige une meilleure connaissance de la traînée qui s'exerce entre les glaces et l'eau sous-jacente. Deux processus sont en cause : la traînée due au frottement sur les faces inférieures des floes et la traînée due à la forme des quilles des crêtes de pression. Cette dernière est peut-être la plus importante et certainement la moins bien comprise. Un projet sur ce sujet parrainé par le CRDE est actuellement exécuté. Une expédition réussie sur le terrain en 1985 a fourni des observations indiquant les types de processus en cause et a depuis permis l'élaboration d'une expérience en laboratoire sur modèle visant à quantifier l'importance des divers effets. (*Responsable : D.R. Topham.*)

La température du dégel et du gel dépend de la pression de sorte que de l'eau qui se trouve à une température supérieure au point de fusion à quelques mètres de profondeur gèlera lorsqu'amenée plus près de la surface. Ce processus agit de manière à lisser la face inférieure des glaces de mer. (*Responsable : E.L. Lewis.*)

Amélioration des prévisions

Les prévisions des marées sont devenues un outil accepté pour la navigation et l'aménagement littoral. Des estimations de la probabilité et de l'ordre de grandeur possible des ondes de tempête et des tsunamis sont essentielles pour la planification d'urgence. Des prévisions efficaces de la météorologie côtière et des vagues sont importantes pour une navigation sécuritaire et une exploitation rentable des ressources marines.

Les programmes d'ordinateur mis au point à l'ISM pour l'analyse des observations tidales et la prévision des marées sont très largement utilisés. Ils ont été distribués à 103 organismes de 21 pays du monde (*Responsable : M.G. Foreman*). Un progiciel pour l'automatisation de la préparation des quadrillages pour modèles numériques des courants de marées a été complété et fait déjà l'objet d'un intérêt important de la part d'organismes de l'extérieur. (*Responsable : R.F. Henry*.) Les modèles numériques des marées mis au point pour le réseau des détroits de Géorgie, de Juan de Fuca et de Puget sont réputés comme comptant parmi les plus réussis qui soient disponibles. Pendant la période visée par le présent rapport un effort majeur visant à compléter la documentation pour ces modèles a été entrepris. (*Responsable : T.S. Murty*.) En plus de fournir des hauteurs des marées et des prévisions des courants, ils peuvent également être utilisés pour modéliser le comportement des marées de tempête et des tsunamis. Un examen exhaustif des ordres de grandeur des tsunamis possibles pour toute la côte de la Colombie-Britannique a été entrepris à contrat. (*Responsable : T.S. Murty*.)

Un programme visant à améliorer la prévision des états de la mer sur la côte du Pacifique est actuellement mené conjointement avec le ministère de l'Environnement et le ministère des Transports. L'un des éléments du programme est l'amélioration des réseaux d'observation. Un contrat a été accordé pour la construction de grosses bouées météorologiques qui seraient exploitées en trois emplacements. Entre temps une bouée individuelle empruntée des É.-U. a été mouillée à l'un des emplacements en août 1986. Des données sur les vagues sont fournies en temps réel par un réseau de six bouées exploitées dans les eaux côtières en collaboration avec le SDMM. Des recherches effectuées à contrat ont montré que des mesures des vents à moins de quelques centaines de kilomètres de la côte sont nécessaires pour une prévision précise des grosses vagues. L'intérêt qui en a résulté quant à des méthodes plus efficaces d'observation du vent a stimulé la mise au point d'un dispositif pouvant être utilisé sur de peu coûteuses bouées dérivantes et qui déduit la vitesse du vent des caractéristiques du bruit sous-marin ambiant. Un autre projet mené par une société de recherche vise l'étude de l'effet des interactions entre le champ de vagues et les courants de marées. Dans un grand nombre de secteurs des côtes exposées, les courants de marées sont suffisamment puissants pour accroître de manière importante la cambrure des vagues, et doivent être pris en considération pour la prévision des dangers tant pour la navigation que pour les structures au large. (*Responsable : J.F. Garrett.*)

Instruments et techniques d'observation

La compréhension des processus et phénomènes océaniques est compliquée par la difficulté que pose leur observation. L'eau est opaque à la lumière. Un grand nombre des propriétés importantes ne peuvent être détectées qu'au moyen d'analyses chimiques sensibles. Les observations sont coûteuses, et en particulier celles qui exigent l'utilisation de navires de recherche spécialisés. La précision et la fiabilité des instruments et méthodes d'analyse classiques doivent être améliorées ou simplement mieux comprises. Le fait d'accroître le nombre de paramètres qui peuvent être automatiquement enregistrés permettrait d'accroître l'efficacité de l'utilisation des navires. Les méthodes de télédétection peuvent offrir des perspectives nouvelles par les nouvelles manières dont elles permettent d'observer les phénomènes et accroître l'efficacité des observations en étendant la gamme des données recueillies depuis une plate-forme individuelle.

Un capteur pour la mesure de l'oxygène dissous basé sur l'utilisation des techniques des fibres optiques a été mis au point dans le cadre d'un contrat accordé à une société locale. Lors de l'un des essais réussis un enregistrement des fluctuations de la concentration d'oxygène dissous a été obtenu depuis un poste d'amarrage portant également des courantomètres. (*Responsable : R.E. Thomson.*)

Des améliorations des méthodes de traitement ont stimulé un intérêt pour l'acoustique sous-marine. Un grand nombre de renseignements peuvent être tirés du bruit naturellement produit dans la mer. Les niveaux de bruit dans certaines bandes de fréquences sont reliés à la vitesse du vent, alors que dans d'autres ils sont attribuables à la chute de pluie. Des techniques d'utilisation de ces deux types de bruit sont actuellement mises au point dans le cadre de projets conjoints de la Division de l'océanographie physique et de sociétés privées. Dans les secteurs couverts de glace le bruit ambiant recèle des renseignements concernant l'état des glaces. Un simple enregistreur multibande placé sous la glace en 1986 a révélé qu'en hiver le bruit de la glace présente un cycle diurne caractéristique qui diminue à l'approche de la débâcle. D'autres recherches sont prévues dans le cadre d'un projet parrainé par le CRDE. (*Responsable : D.M. Farmer.*)

D'autres méthodes mettent en cause la production de sons et l'analyse des signes reçus après réflexion, transmission ou diffusion dans l'eau. Un système fait intervenir des impulsions sonores transmises pour la mesure du taux auquel de petites non-homogénéités se déplacent entre l'émetteur et le récepteur de manière à ainsi mesurer la vitesse moyenne du courant. Une démonstration réussie de cette méthode a été effectuée dans un chenal à marée d'une largeur de 600 m. (*Responsable : D.M. Farmer.*)

Des images satellites de la couleur de l'océan sont devenues largement utilisées comme indicateurs de la productivité biologique et de la charge en sédiments, mais la précision des interprétations quantitatives de ces images n'est pas encore satisfaisante dans un grand nombre de conditions. Le prototype d'un instrument évolué permettant une bien meilleure résolution des couleurs a été fabriqué plus tôt par un entrepreneur et a été soumis à des essais ainsi qu'à une évaluation. Appelé imageur de la raie de fluorescence ou IRF parce qu'il permet de distinguer la fluorescence de la chlorophylle du phytoplancton de la lumière de fond qui est diffusée sur une large bande, il sera prochainement utilisé pour la cartographie de la distribution du plancton dans la baie Barkley afin de déterminer si les échantillons recueillis depuis des navires représentent correctement les caractéristiques importantes. (*Responsable : J.F.R. Gower.*)

Océanographie chimique

En 1986/1987, le groupe d'océanographie chimique a participé à des activités de recherche appliquée et de recherche fondamentale orientée. Le programme insistait sur la recherche sur le climat, en particulier sur la capacité de l'océan à absorber le CO₂ et les autres gaz atmosphériques, ainsi que sur la recherche liée à la pollution.

La recherche fondamentale orientée a été axée sur la modulation par les océans de la charge atmosphérique en gaz carbonique (CO₂) et des autres gaz de "l'effet de

serre". Deux domaines ont fait l'objet d'une attention particulière : la capacité d'absorption par les océans du CO₂ et des autres gaz de l'effet de serre, et l'accroissement séculaire du CO₂ dans l'atmosphère et dans les océans. Une étude connexe a également porté sur les flux biogéochimiques de l'océan afin de quantifier le CO₂ retenu sous forme de carbone détritique résultant des processus biologiques marins, souvent décrits comme la "pompe biologique" et déplaçant le carbone depuis la surface des mers jusqu'aux abysses. Une stratégie de surveillance chimique a été adoptée afin de comprendre la variabilité des cycles du carbone et des autres paramètres chimiques influençant le système climatique des océans. Des navires océanographiques occasionnels, transporteurs transpacifiques, et des navires de recherche spécialisés ont été utilisés. Une des découvertes importantes de cette période d'étude a été la diminution dans les éléments nutritifs et de la pression partielle de CO₂ dans les eaux équatoriales du Pacifique pendant l'El Nino de la fin de 1986.

La recherche appliquée a été menée dans les domaines de la pollution côtière et des pluies acides. Les recherches sur la pollution ont visé les déversements de résidus miniers, l'exploration pétrolière et gazière dans le sud de la mer de Beaufort, les déblais de dragage et les sédiments contaminés ainsi que la contamination des mollusques et crustacés, poissons et autres organismes marins. Pour l'étude des cheminements et du devenir des matières organiques naturelles et des métaux, des expériences financées par la Société japonaise de promotion des sciences ont été menées en enceintes dans l'océan en collaboration avec des scientifiques visiteurs. Des expériences analogues sur les cheminements et le devenir du pétrole et d'un additif dispersant pour pétrole, effectuées à l'ISM et au Troisième Institut océanographique de Xiamen (R.P.C), ont été financées par le Centre de recherches pour le développement international (CRDI) et par la Commission d'état pour les sciences et la technologie de Chine.

Le projet d'océanographie chimique en mer de Beaufort était appuyé par le Bureau de recherche et développement énergétiques (BRDE) et le Programme d'initiatives pétrolières et gazières du Nord (PIPGN). Ce projet consistait en un examen des concentrations de base en hydrocarbures, de l'interaction sédiments-pétrole, de l'océanographie chimique et des variations saisonnières de la chimie et de la production d'eau de mer. En 1986-1987 a débuté la collecte de données d'une succession chronologique sur la glace et en eau libre.

De modestes travaux initiaux dans le cadre du programme sur les pluies acides ont été rendus possibles grâce à la collaboration du Service de l'environnement atmosphérique (SEA) d'Environnement Canada. On a créé un laboratoire équipé d'un appareil de chromatographie d'échange d'ions et, installés à bord d'un navire, d'échantillonneurs de pluie et d'aérosols. Les résultats préliminaires indiquent de faibles pH ($\leq 4,5$) des précipitations sur le détroit de Géorgie et les terres basses adjacentes du continent en C.-B., qui sont peut-être attribuables aux émissions des villes de Vancouver, Seattle et Tacoma. Ces résultats pourraient signaler l'émergence d'un problème environnemental exigeant une étude conjointe avec d'autres directions du MPO.

Centre d'étude de la chimie du climat océanique

CO₂ et autres gaz atmosphériques

Le Centre d'étude de la chimie du climat océanique à l'ISM a été désigné Centre d'expertise scientifique (CES) pour la recherche fondamentale orientée sur la modulation océanique de la charge en CO₂ atmosphérique et des autres gaz de l'effet de serre. Ces gaz, naturels et autres, ont émergé de manière cumulative comme l'un des plus importants facteurs influençant le système climatique mondial. Un effort international doit être consenti pour remédier au manque de succession chronologique de longue durée pour les données océaniques qui sont nécessaires à la compréhension de la chimie du système climatique de l'océan. Le centre a joué un rôle majeur au niveau des forums internationaux comme le Groupe de travail 75 sur la méthodologie pour le CO₂ océanique du Comité scientifique pour les recherches océaniques (CSRO) et le Panel sur le CO₂ du Committee on Climate Change and the Ocean (CCCO).

Un programme de surveillance du CO₂ atmosphérique a été mené conjointement avec le SEA dans le cadre du réseau de surveillance de fond de l'Organisation météorologique mondiale. Le centre à l'ISM a servi d'installation nationale d'analyse pour le dosage du CO₂ dans les échantillons d'air provenant d'Alert, de l'île de Sable et du cap St-James, pour la mesure des variations saisonnières et de l'augmentation séculaire de la concentration de CO₂. Ce laboratoire, avec son cathétomètre spécial, permettant des mesures extrêmement précises et justes des relations pression/volume/température de gaz à une température contrôlée à 0,02 °C près, est l'une des deux seules installations du genre au monde. Au laboratoire, l'emphase a été placée sur l'élaboration de normes de qualité pour la surveillance atmosphérique et océanique à long terme du CO₂. Des comparaisons comme l'exercice d'étalonnage GMCC (Global Monitoring for Climatic Change), effectuées sous les auspices de la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), le National Bureau of Science (NBS) et l'Organisation météorologique mondiale (OMM), ont été entreprises avec la participation de laboratoires au Canada, en Australie, en Nouvelle-Zélande et aux États-Unis. Les résultats ont indiqué que tous les laboratoires sont compatibles par rapport à l'échelle 85 de l'OMM à l'Institut Scripps d'océanographie.

En 1986-1987, la surveillance du CO₂ océanique a consisté en un échantillonnage effectué depuis le LILLOOET, un porte-conteneurs qui fait la navette entre Brisbane en Australie, Nouméa en Nouvelle-Calédonie et Richmond (C.-B.), et depuis des navires de l'ISM qui font des croisières trimestrielles à la station océanique P (50 °N, 145 °W). Parmi les mesures chimiques effectuées mentionnons celles de la pression partielle de CO₂ tant dans l'atmosphère que dans l'océan, de la concentration totale

de CO₂, des éléments nutritifs et de la chlorophylle a. Des mesures de la température et de la salinité ont également été effectuées. Une surveillance intensive a permis de détecter les effets de l'El Nino de la fin de 1986 sur le système climatico-chimique de la partie centrale de l'océan Pacifique équatorial. La différence des pressions partielles du CO₂ dans l'atmosphère et dans l'océan a chuté à près du tiers de sa valeur normale (100 ppm). La pointe d'abondance en éléments nutritifs et la période habituelle de température minimum à l'équateur, indicatives de remontées d'eau profonde riches en CO₂ et en éléments nutritifs, ne se sont pas manifestées. Les concentrations d'éléments nutritifs étaient également relativement faibles dans les eaux de surface au nord de l'équateur jusqu'à 45 °N.

Les travaux de modélisation ont été centrés sur la construction d'un modèle à une dimension, basé sur des successions chronologiques d'observations, décrivant les processus liés au CO₂, aux éléments nutritifs et au carbone détritique qui influencent le transfert carbone/CO₂ à la station océanique P. (*Responsable : C.S. Wong.*)

Pollution

Expériences en enceintes

Des travaux ont été menés en collaboration dans des enceintes spéciales dans la baie Patricia au Canada et dans la baie Xiamen en Chine. Le projet, qui a duré du 21 avril au 16 mai, a été mené par quatre scientifiques de l'ISM et quatre scientifiques de l'université de la C.-B. travaillant avec des collègues du Troisième Institut océanographique de Xiamen, de l'Environmental Protection Institute à Dairen et du Collège Shandong d'océanologie; il était financé par le CRDI. Dans le cadre de cette étude on a examiné la dispersion de pétrole brut chinois très lourd du champ pétrolier Shengli dans la province de Shandong et d'un dispersant produit à Shanghai. Le CRDI a également financé la participation de quatre scientifiques chinois à une expérience à l'ISM à la fin de l'année concernant l'action des bactéries sur un pétrole brut lourd dispersé et le lessivage de métaux depuis un tel mélange dans l'eau de mer.

Une expérience a été menée en enceinte à l'ISM afin d'étudier le flux vertical des hydrocarbures naturels et le comportement du plomb, du cadmium, du cuivre et du zinc dans l'eau de mer; cette expérience était appuyée par la Société japonaise de promotion des sciences et cinq scientifiques de l'université Nagoya, de l'université de Tokyo, de la Commission géologique du Japon et de l'université Aoyamagaku y ont participé du 10 juillet au 10 août. (*Responsable : C.S. Wong.*)



Programme de recherche conjoint Chine-Canada, parrainé par le CRDI (Canada) et le NBO (Chine), portant sur les effets et le devenir des polluants marins dans l'eau de mer près de Xiamen, en Chine.

Hydrocarbures

Des ressources du PIPGN et de l'ISM ont été mises à contribution pour l'étude des voies et du devenir en mer de Beaufort. Les travaux de laboratoire ont été centrés sur les procédures d'analyse des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) et d'autres matières organiques dans des échantillons d'eau de mer et de matériaux provenant de pièges à sédiment. (*Responsable : W.J. Cretney.*)

Métalloprotéines

Une proposition spontanée de la société CBR International a mené un effort majeur d'examen des métalloprotéines chez l'huître (*Crassostrea gigas*). Lors des expériences d'exposition effectuées en laboratoire l'activité de la métallothionéine n'était pas induite par l'exposition des huîtres et des moules à 40 g Cd L^{-1} et la métallothionéine n'était pas la seule métalloprotéine induite chez les organismes exposés

à l'eau de mer naturelle ou à une solution de 50 g Cd L^{-1} . Les métaux liés à la membrane cellulaire d'huîtres dans les eaux côtières de l'île de Vancouver étaient présents à des concentrations supérieures à celles observées lors des expériences d'exposition en laboratoire. On a trouvé que le cuivre, provenant de l'usine de fusion abandonnée de la baie Osborne, était le métal contaminant les huîtres de la région de Crofton. L'étude a permis la mise au point d'indices moléculaires de stress métalliques, qui pourraient être appliqués à la surveillance de l'environnement. D'autres travaux, sur des invertébrés et des salmonidés seraient souhaitables. (*Responsable : J.A.J. Thompson.*)

Flux océanique

La Division de l'océanographie chimique mène des études de succession chronologique des flux océaniques du carbone, des phosphates, des nitrates et des silicates dans le nord-est de l'océan Pacifique. Le comportement du cycle biogéochimique est étudié depuis 1982 depuis la station océanique P, l'une des rares stations de surveillance des flux dans des pièges à sédiments. Des mesures de trois types ont été effectuées pendant la période d'étude. La productivité primaire a été déterminée par une méthode avec marqueur non métallique au C-14 à une station côtière (P-3, $48,5^\circ \text{N}$, $126,5^\circ \text{W}$) et à la station P en mesurant l'absorption de carbone dans des bouteilles incubées à la lumière et dans l'obscurité suspendues en un ensemble flottant librement à des intervalles de 10 mètres jusqu'à une profondeur de 100 m. Les flux à la surface et dans les eaux intermédiaires (jusqu'à 1000 mètres) étaient mesurés au moyen d'une ligne de pièges à sédiments espacés de 100 m qui ont été laissés à dériver de 2 à 4 jours puis repérés par satellite au moyen d'une bouée ARGOS. Les flux des matières en eau profonde ont été étudiés au moyen de pièges à sédiments séquentiels automatiques amarrés. Des échantillons des détritiques ont été recueillis deux fois par semaine à 1000 m et à 3800 m à la station océanique P et à 500 m à la station P3 pendant des périodes atteignant jusqu'à six mois. Les matériaux piégés pouvaient être utilisés pour évaluer la productivité en surface d'après une relation entre la production en surface et les flux en profondeur aux stations de surveillance, de sorte que les moments des pullulements de plancton pouvaient être détectés dans la succession chronologique des données. (*Responsable : C.S. Wong.*)

Pluies acides

À titre de contribution au Programme du transport à distance des polluants atmosphériques et au futur Programme de chimie troposphérique mondiale, une étude des pluies acides a été effectuée en collaboration avec le SEA. Des échantil-

lons de pluie ont été recueillis pendant des croisières dans le détroit de Géorgie et les fjords de C.-B. ainsi qu'au large le long de la ligne P. Des concentrations élevées de chlorures et de sulfates ont été relevées dans les précipitations en haute mer et dans les bras de mer côtiers exposés aux vents du large soufflant directement du Pacifique. Les concentrations de nitrates étaient élevées dans les échantillons de pluie provenant des eaux côtières près du Lower Mainland ce qui reflète peut-être l'influence de l'apport urbain et industriel. Des échantillons recueillis dans le détroit de Géorgie présentaient un pH inférieur à 4.5, comparativement à des valeurs de 5,0 à 5,5 dans le cas de ceux provenant des bras de mer éloignés et du large. Semblablement, de faibles valeurs ont été observées par d'autres chercheurs dans des lacs de la partie méridionale de l'île de Vancouver ainsi que dans le Lower Mainland. Ces faibles pH pourraient constituer des indices d'un problème de pluies acides sur la côte du Pacifique, problème qui pourrait être attribuable aux émissions des secteurs urbains et industriels de Vancouver, Seattle et Tacoma. (*Responsables : C.S. Wong et G.A. McBean.*)

Océanographie en mer de Beaufort (PIPGN)

Le PIPGN (Programme d'initiatives pétrolières et gazières du Nord), qui est financé par le ministère des Affaires Indiennes et du Nord, est mené avec la participation des deux gouvernements territoriaux et de sept ministères du fédéral. Le projet vise à préparer le gouvernement pour les projets majeurs de mise en valeur des hydrocarbures au nord de 60°. Un sous-projet du PIPGN, Océanographie en mer de Beaufort, a été entrepris à l'ISM en avril 1986. La mise en marche du projet a été précédée d'une planification qui a duré plusieurs mois et qui a permis de passer des objectifs principaux (l'étude des hydrocarbures et de la productivité primaire) à un plan interdisciplinaire détaillé prenant la forme d'hypothèses. Pendant les six premiers mois l'équipe et l'équipement ont été assemblés, le plan a été révisé et une croisière en mer de Beaufort à bord de l'ARCTIC IVIK a été organisée pour la fin de l'été. La dernière moitié de l'année a été consacrée à la préparation de l'équipement et du soutien logistique pour les imposants programmes sur le terrain prévus pour le printemps de 1987 ainsi qu'à la mise à l'épreuve sur le terrain de l'équipement et des méthodes à utiliser.

Hydrocarbures

La prévision de l'impact des hydrocarbures produits par l'homme sur le plateau

continental en mer de Beaufort exige une compréhension de la géochimie des hydrocarbures dans un estuaire arctique peu profond. Les chercheurs peuvent tirer profit d'entités naturelles analogues; le fleuve Mackenzie, la tourbe provenant de l'érosion littorale, les masses d'air d'Europe et le plancton constituent tous des sources d'hydrocarbures en équilibre dynamique avec la dégradation microbienne et la sédimentation (puits). L'ISM projette de mesurer l'ordre de grandeur et la composition des hydrocarbures dans le cas de chacune des sources majeures et d'identifier les puits.

Les hydrocarbures sont difficiles à mesurer dans la nature en raison des très faibles concentrations et de la possibilité de contamination pendant l'échantillonnage. Le problème que pose la collecte d'un seul échantillon représentatif est compensé par la riche moisson de données spectrales que fournit un dosage des hydrocarbures par chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse. Des échantillons représentatifs de tous les puits géochimiques importants (fleuve Mackenzie, zooplancton, atmosphère, etc.) et des types d'eau et de sédiments seront recueillis sur le plateau continental en mer de Beaufort. La modélisation chimiométrique (principalement par des méthodes statistiques) sera utilisée pour détailler la composition en hydrocarbures pour les divers puits en fonction des sources. Un bilan des hydrocarbures pour le plateau sera établi afin de vérifier le modèle.

L'étude géochimique des hydrocarbures (phase et composition) exige la mise en oeuvre de tout un éventail de méthodes d'échantillonnage. La croisière de l'ARCTIC IVIK a permis de mettre à rude épreuve l'équipement et a fourni des échantillons représentatifs à partir desquels des méthodes de laboratoire ont été mises au point. Le nouvel équipement et les procédures ont ensuite été éprouvés de manière plus poussée et comparés dans l'estuaire du fleuve Fraser avant que le matériel soit expédié dans le Nord.

Productivité

Des preuves indirectes laissent supposer que la débâcle printannière consitue la période critique pour la productivité primaire sur la partie intérieure du plateau continental en mer de Beaufort. Malheureusement les difficultés que pose l'échantillonnage à cette époque de l'année font qu'il n'existe virtuellement aucune mesure directe du taux de production et de ses liens avec le régime d'insolation et l'approvisionnement en éléments nutritifs. Pour remédier à cette situation deux stratégies indépendantes d'obtention des mesures pertinentes ont été établies : une succession chronologique d'observations couvrant la débâcle le long d'un transect du plateau et l'utilisation de pièges séquentiels pour la capture des retombées pendant la période critique. Une bonne partie des six premiers mois a été consacrée à l'achat et à la fabrication de composants, à la conception et à la fabrication des postes d'amarrage et à la préparation de tout le soutien logistique nécessaire pour les travaux sur la glace.

La croisière du ARCTIC IVIK en septembre 1986 a permis la collecte d'un ensemble de données préliminaires pertinentes pour les mesures à effectuer pendant l'étude du transect en 1987. De plus, les données recueillies permettront des comparaisons d'une année à l'autre. Des pièges à sédiments Bongo et des courantomètres ont été amarrés sur le plateau, et de nombreux détails critiques à une exécution sans bavure des travaux sur le terrain pendant l'année à venir ont été vérifiés, dont l'obtention d'imageries satellites en temps quasi-réel à bord du navire, les techniques d'obtention des mesures de CTP et l'amarrage sur le fond de pièges Kenny et de transmissomètres.

Après la croisière de l'ARCTIC IVIK un effort majeur a été consacré à la préparation de l'expédition de tout l'équipement dans le Nord avant mars 1987 afin de pouvoir profiter de la route sur la glace jusqu'à Tuktoyaktuk. Le soutien logistique (hébergement, nolisement d'aéronefs, horaires du personnel et de l'utilisation des laboratoires et protocoles d'analyse) a été organisé et les travaux sur le terrain depuis une base installée à Tuktoyaktuk ont débuté à la fin de mars 1987. (*Responsable : R.W. Macdonald.*)



Piège séquentiel abaissé dans un trou de 1,1 m de diamètre creusé dans une couche de glace de 2 m d'épaisseur au large du cap Bathurst avant la débâcle de 1987.

Écologie marine

(voir sciences biologiques)

Évaluation des données



Les principales fonctions de ce groupe, auparavant appelé Division de l'information océanographique, consistent à faciliter l'accès à l'information et aux données scientifiques et à fournir des conseils concernant les effets du développement industriel sur le milieu marin. La division participe également à la coordination de la planification des activités à l'intérieur du secteur scientifique régional et a été désignée comme premier point de contact à l'intérieur du secteur des sciences pour un certain nombre de clients incluant le personnel de la gestion de l'habitat du MPO.

En 1986/1987, la division a complété plusieurs exercices de planification et a participé, avec le personnel de l'administration centrale de la région, à l'élaboration d'un nouveau cycle de planification et à la mise au point des instruments d'affichage des objectifs, des résultats et des activités.

Climatologie

Les mesures quotidiennes de la salinité ou de la température, ou des deux, de l'eau de mer en surface (à une profondeur de un mètre) se sont poursuivies en 16 emplacements en 1986 dans le cadre du programme océanographique des stations côtières de la C.-B. L'examen préliminaire des données de 1986 suggère qu'il n'y a que peu de variation des valeurs de la température ou de la salinité par rapport aux moyennes à long terme. Les températures de beaucoup inférieures à la normale qui ont caractérisé la plupart des eaux de surface côtières de la C.-B. en novembre et décembre 1985 avaient généralement été remplacées par des valeurs "normales" vers la fin de janvier 1986.

En 1986 des progrès lents mais réguliers ont été réalisés dans le cadre du Programme d'inventaire et d'évaluation des données de la côte Ouest (West Coast Data Inventory and Appraisal Program, WESCAP) qui a été mis sur pied pour permettre l'accès aux données océanographiques sur la côte occidentale du Canada. L'inventaire sur la chimie de la région entrée Dixon-détroit d'Hécate-détroit de la Reine-Charlotte a été complété. Ces renseignements, ainsi que ceux sur l'océanographie physique pour toute la côte à l'exception de la région du détroit de Géorgie, sont maintenant disponibles de manière interactive dans une base de données informatisée. (*Responsable : L.F. Giovando.*)

Services consultatifs pour l'environnement

Depuis plusieurs années, le MPO est associé à un effort de l'ensemble du gouvernement visant à améliorer la sécurité et à réduire l'impact environnemental des travaux d'exploitation des hydrocarbures dans le Nord. Dans le domaine de la protection de l'habitat, des préoccupations quant aux effets possibles sur l'environnement ont stimulé la recherche sur les relations de cause à effet et sur les processus fondamentaux des écosystèmes marins dans l'Arctique. À l'ISM, les recherches visent à améliorer notre aptitude à prévoir les déplacements de la glace et de l'eau et à comprendre les processus physiques, chimiques et biologiques qui pourraient influencer le devenir et la répartition d'hydrocarbures déversés dans la mer de Beaufort. En 1986/1987, le personnel a examiné la documentation associée aux demandes de forage de 13 puits dans le Nord et a fourni des conseils en océanographie et en hydrographie à des organismes gouvernementaux investis d'un pouvoir de réglementation. Dans une perspective environnementale, les préoccupations majeures du MPO ont été l'efficacité des mesures d'urgence proposées pour réduire les répercussions marines dans l'éventualité d'un déversement de pétrole et les possibilités de contamination par les boues de forage à l'huile. (*Responsables : R.C.H. Wilson, B.D. Smiley.*)

Les débats tenus sous l'égide des gouvernements du Canada et de la Colombie-Britannique quant à l'élimination du moratoire sur l'exploration pour les hydrocarbures au large dans les eaux au nord de l'île de Vancouver, c'est-à-dire dans les détroits de la Reine-Charlotte et d'Hécate ainsi que dans l'entrée Dixon, ont abouti à une recommandation voulant que l'exploration se poursuive, mais à certaines conditions. En 1986, le MPO a participé à titre de conseiller à un examen intergouvernemental du rapport du groupe d'experts. En réponse à deux recommandations du groupe d'experts, le caractère adéquat des recherches en cours en rapport avec les hydrocarbures au MPO est actuellement examiné et des plans ont été élaborés en vue d'accélérer les recherches sur les courants de surface dans cette région. (*Responsable : R.C.H. Wilson.*)

En vertu de la Loi sur l'immersion de déchets en mer (LIEM) le MPO est responsable de la recherche sur les questions environnementales que soulève l'application de la loi. La division a continué à appuyer le Comité consultatif régional sur l'immersion de déchets en mer (RODAC Pacific). Plus de 50 demandes d'immersion de déchets en mer sur la côte de C.-B. ont été évaluées. Un examen des données environnementales historiques sur l'emplacement d'immersion au large de la pointe Grey, l'emplacement le plus fréquemment utilisé sur la côte occidentale du Canada, a révélé plusieurs difficultés au niveau de l'analyse et de l'interprétation des tendances dans l'espace et dans le temps pour les paramètres établis de surveillance à long terme. Ces difficultés d'évaluation des tendances étaient liées à des modifications dans le temps des méthodes d'échantillonnage et d'analyse. Plusieurs recommandations ont été proposées dans le but de solutionner ces problèmes à l'avenir.

Dans certains cas, les analyses chimiques à l'appui d'une demande en vertu de la LIEM pour l'élimination de déblais de dragage indiquent un faible niveau de con-

tamination. Au cours de la dernière décennie, des efforts considérables ont été consentis afin de trouver des manières permettant de déterminer les proportions des contaminants des sédiments qui sont disponibles et toxiques pour les organismes marins. Une évaluation des éventuels tests de toxicité à incorporer à un protocole d'essais de la LIEM en a indiqué deux qui pourraient facilement être utilisés pour obtenir des renseignements additionnels - un test biologique de toxicité létale avec l'amphipode *Rhepoxinius abronius* et un test de bioaccumulation avec le coquillage *Macoma balthica*. (Responsable : L.F. Giovando.)

Gestion de l'information

On travaille depuis 1981 à la création d'un répertoire informatisé de toutes les données océanographiques sur les étendues marines de l'Arctique occidental canadien et de la C.-B., le Système informatique de données océanographiques. Le SIDO est un système permettant de déterminer rapidement et facilement "qui a mesuré quoi, où, quand et comment," et ce pour une période remontant jusqu'au siècle dernier. Ce répertoire avec index géographique est destiné à tous ceux qui participent à la recherche, à la planification, à l'évaluation des répercussions, aux examens de la réglementation, aux travaux de génie maritime, à la gestion des ressources, à la mariculture et aux activités connexes dans la zone côtière.

Une base de données d'applications et le logiciel associé de recherche et d'affichage exploité sur un ordinateur Microvax II permettent un accès interactif rapide au SIDO. L'utilisation hors du lieu d'installation n'exige qu'un terminal Tektronix ou de type TV.

Le SIDO comprend actuellement des répertoires des données pour la mer de Beaufort et le passage du Nord-Ouest sur les courants océaniques, la température, la salinité, les niveaux d'eau, les hydrocarbures, les métaux à l'état de traces, les éléments nutritifs et les poissons marins et anadromes; il permet de rechercher, de cartographier et d'obtenir les particularités d'ensembles de données pour plus de 12 000 stations. Le répertoire renferme de plus les mesures des courants, de la température, de la salinité, des niveaux d'eau et de l'agitation par les vagues effectuées en 18 000 stations réparties dans l'ensemble des eaux côtières de la C.-B. jusqu'à 200 milles au large à l'exclusion des eaux situées à l'est et au sud de l'île Vancouver. Le SIDO offre également la possibilité d'obtenir des résumés des données recueillies au moyen de courantomètres par les scientifiques de l'ISM et par l'industrie pétrolière et gazière au large.

Le contenu du SIDO existe également sous forme d'un ensemble de catalogues produits par l'ISM dans le cadre des programmes de catalogage et d'évaluation des données de l'Arctique et de la côte Ouest (connues sous les sigles ADCAP et WESCAP). Ces catalogues de plusieurs milliers de pages de tableaux, de cartes, de références et d'index décrivent la disponibilité, la portée et la fiabilité des données océanographiques historiques. (Responsable : B.D. Smiley.)

SCIENCES BIOLOGIQUES



Sciences biologiques

La réorganisation profonde qu'a connue le ministère des Pêches et des Océans au cours de la dernière année a eu pour effet de mettre l'accent sur les réalisations scientifiques ainsi que sur l'orientation future des sciences au sein du Ministère. Les projets décrits dans le présent rapport indiquent que des progrès sensibles ont été accomplis dans la connaissance des ressources halieutiques de la côte du Pacifique. Des bases de données ont été créées pour faciliter la mise en oeuvre de stratégies de gestion qui permettent d'établir des prévisions à plus long terme et d'introduire une plus grande stabilité dans la gestion des pêches. Un certain nombre de projets dont il est question dans le présent rapport ont été conçus pour améliorer ces bases de données et ces modèles et, par le fait même, notre capacité à prévoir les prises admissibles. La création du Comité d'examen de l'évaluation des stocks du Pacifique (CEESP) est venu répondre au double besoin de fixer un cadre formel pour le processus d'examen de l'évaluation des stocks et de disposer d'une tribune pour discuter l'information sur l'évaluation des stocks et les recommandations de gestion.

À la Direction des sciences biologiques, les sujets de recherche varient de la mise au point de nouveaux modèles théoriques à la description de nouvelles espèces. Le personnel actif dans presque tous les domaines des sciences halieutiques et participe à une multitude de réunions avec les clients de la Direction. Malgré cette demande très forte, la contribution du personnel dans les revues scientifiques de premier calibre a triplé au cours des sept dernières années.

La Direction des sciences biologiques participe activement à la recherche piscicole; en effet, près du quart du personnel de la Direction travaille sur des projets de recherche reliés à l'aquaculture et à la mise en valeur des salmonidés. Ces travaux ont débouché sur un certain nombre de contributions très importantes au développement de l'aquaculture, tant en Colombie-Britannique qu'à l'échelle internationale. Les prochaines années verront la création d'un nouveau programme de biotechnologie appliqué à l'aquaculture, l'intensification de la recherche sur les maladies, la poursuite de la recherche sur la nutrition et la mise au point de méthodes pour la culture de nouvelles espèces.

Il y a quelques années, des études ont été entreprises pour déterminer de quelle façon la variabilité océanique influait sur le recrutement. Les résultats obtenus étant prometteurs, la recherche sur les facteurs qui régissent la survie en mer se poursuivra. Des théories ont été échafaudées pour expliquer les fluctuations de l'abondance du hareng, de la morue charbonnière et du crabe. Le nouveau programme d'étude de la survie du saumon en mer a pour but de reconnaître les facteurs qui influent sur l'abondance du saumon une fois qu'il pénètre dans le milieu marin. Par ce programme, les scientifiques espèrent lever le voile sur les causes de la mortalité qui touche le saumon en mer - sans doute, l'un des défis les plus importants qui s'offrent à la science sur la côte du Pacifique.

Les lecteurs du présent rapport pourront être intéressés par les résultats préliminaires des nouveaux programmes visant à étudier la capacité d'accueil du fleuve Fraser et l'interaction entre le poisson et la foresterie.

Les changements et les incertitudes qui accompagnent inévitablement les grandes réorganisations n'ont pas ébranlé l'engagement de ceux qui se consacrent aux sciences halieutiques. La prochaine décennie sera une période des plus importantes et des plus palpitantes de l'histoire de la recherche halieutique. À mesure que la demande de fruits de mer de qualité augmentera, l'aquaculture prendra de plus en plus d'importance. Il semble que les ressources autres que le saumon, comme le hareng, les mollusques et crustacés et le poisson de fond, rivaliseront avec le saumon en termes de valeur débarquée, augmentant ainsi la part de l'effort de recherche qui leur sera consacrée. La nouvelle technologie et une meilleure collaboration internationale permettront d'élucider certains des principes fondamentaux qui interviennent dans la régulation des populations de poissons. Nous pouvons tous profiter de la nouvelle structure scientifique de la Direction pour faire quelques-unes des découvertes les plus importantes de l'histoire des sciences de la pêche et de la mer. (*Responsable : R.J. Beamish.*)

Saumon et activités internationales

Cette section a pour tâche de fournir une évaluation des stocks et des conseils de nature biologique indispensables en matière de gestion et de conservation des ressources canadiennes de saumon du Pacifique, qui se composent de plusieurs milliers de stocks distincts. La responsabilité d'étudier la biologie et le comportement des mammifères marins incombe également à cette section.

Rapport sur les espèces

Des travaux de recherche sur des méthodes génétiques (biochimiques) pour l'identification des stocks de saumon keta et chinook du fleuve Yukon ont commencé. Le but de ce travail est de reconnaître parmi les saumons provenant du bassin hydrographique du fleuve Yukon lesquels proviennent du territoire du Yukon et lesquels proviennent de l'État de l'Alaska. L'établissement du pays d'origine des saumons capturés dans les différentes pêcheries situées le long du fleuve revêt une grande importance pour les négociations Canada-États Unis sur le fleuve Yukon.

De nouvelles techniques pour déterminer le stock d'origine des prises dans des pêcheries de saumon sur les stocks mixtes ont été mises au point et évaluées. Ces

techniques font appel à l'utilisation de différents "marqueurs" (parasites, caractères génétiques et particularités des écailles) qui varient d'un stock à l'autre. Les techniques d'identification des stocks sont nécessaires pour vérifier le respect du Traité Canada-États Unis concernant le saumon du Pacifique. Elles servent également à estimer le nombre de saumons nerka qui échappent à la capture et qui appartiennent à des stocks qui peuplent les grands bassins hydrographiques comme ceux des rivières Stikine, Taku et Nass.

La recherche sur la biologie du saumon du Pacifique (développement et stade juvénile) se poursuit sur divers fronts. Des études par marquage et échantillonnage ont été commencées en 1986 pour déterminer la densité, la croissance, la migration et la durée de séjour des saumons nerka juvéniles qui grandissent dans les chenaux secondaires alimentés par les eaux souterraines de la rivière Stikine. Ces saumons sont particuliers du fait qu'ils n'ont pas recours à des lacs d'alevinage comme la plupart des populations de saumons nerka et que bon nombre d'entre eux se rendent à la mer dès leur première année de vie. On a récemment établi que ces saumons nerka qui "grandissent en rivière" comptent pour environ la moitié de la production totale de saumons nerka de la rivière Stikine. (*Responsable : C. Wood.*)

Un autre projet a été conçu pour déterminer si la variation de la taille du saumon rose d'un stock à l'autre repose sur des fondements génétiques. Des saumons roses provenant de 5 stocks de la Colombie-Britannique (2 du nord et 3 du sud) ont été élevés dans les mêmes conditions et leur poids corporel a été vérifié périodiquement. Les saumons roses des stocks du nord ont présenté une croissance plus rapide que ceux du sud; il faudrait sans doute y voir un mécanisme de compensation partielle pour l'émergence naturelle plus tardive des alevins et un frai plus précoce. Les différences biologiques dans le cycle vital des saumons roses qui fraient les années paires et impaires ont été étudiées. Dans le fleuve Fraser, le saumon rose ne fraie que les années impaires et toutes les tentatives pour provoquer une remonte au cours des années paires se sont soldées par des échecs. Le saumon rose atteint normalement la maturité à l'âge de deux ans et des recherches ont été faites pour produire des poissons matures âgés d'un an et de trois ans. Cette démarche permettra alors d'utiliser les caractères génétiques des poissons participant au frai au cours des années impaires pour produire une remonte au cours des années paires, étant donné que les saumons participant à la remonte des années impaires possèdent déjà les adaptations génétiques nécessaires leur permettant d'exploiter l'environnement du fleuve Fraser.

Enfin, les variations intra-stock touchant certaines caractéristiques comme la survie embryonnaire, le moment de l'éclosion et la taille des alevins ont été examinées dans le cas des saumons coho, chinook et nerka. Cette étude a indiqué qu'il y a effectivement une variation dans les caractères examinés et que cette variation est vraisemblablement le fruit d'une adaptation à des milieux spécifiques dans la rivière natale. Ce travail pourrait trouver des applications dans les projets de mise en valeur ou de transplantation. (*Responsable : T. Beacham.*)

La recherche sur les facteurs régissant la productivité du saumon coho et sur les méthodes d'indexation des cours d'eau est considérée comme un travail de haute priorité. Pour gérer la pêche pratiquée sur les différents stocks de saumon coho, les

gestionnaires des pêches doivent connaître les caractéristiques des populations, comme le niveau d'échappée qui produira le rendement maximal soutenu et le taux d'exploitation qui correspond à ce niveau d'échappée. Pour leur part, les gestionnaires de l'habitat doivent connaître les caractéristiques physiques d'un bon habitat de poissons et doivent être capables de les quantifier. Pour répondre à certains des besoins des gestionnaires, on a choisi d'étudier trois régions de la Colombie-Britannique : les bassins des rivières Cowichan et Keogh dans l'île de Vancouver et le bassin de la rivière Lachmach sur la côte nord de la Colombie-Britannique.

En 1986, une barrière de comptage a été construite sur le ruisseau Mesachie dans le bassin de la rivière Cowichan et on a procédé au dénombrement des saumons coho adultes à l'automne. La capture et le marquage des saumoneaux a commencé au printemps de 1987 et se poursuivra annuellement pour déterminer la répartition et la survie en mer du coho provenant de la rivière Cowichan. Une étude poussée de l'habitat d'alevinage a été réalisée au cours de l'automne et de l'hiver 1986 pour déterminer la distribution et la redistribution spatio-temporelles des salmonidés qui ont grandi dans un cours d'eau ou dans un lac. (*Responsable : B. Holtby.*)

Des études ont été réalisées dans le bassin de la rivière Keogh pour déterminer la croissance et l'abondance du saumon coho juvénile dans les différents habitats d'eau douce (lacs, cours d'eau secondaires et cours d'eau principaux). On a étudié les modes de dispersion des saumons juvéniles et des barrières de comptage des adultes ont été installées dans un tributaire clé pour évaluer le rôle du frai des adultes sur la répartition des saumons juvéniles dans les eaux d'amont. (*Responsable : J. Irvine.*)

Un programme de capture et de marquage des saumoneaux a débuté dans la rivière Lachmach au printemps de 1987 et la construction d'une barrière permanente de comptage et de capture des saumons adultes et juvéniles sera terminée à temps pour la campagne de 1988. Un petit lac dans ce système a été choisi pour étudier l'importance de l'alevinage en lac pour les stocks de saumons coho du nord. (*Responsable : R.K. Kadowaki.*)

Le projet d'indexation des cours d'eau consiste à déterminer si les dénombrements de saumons adultes dans des biefs particuliers d'un cours d'eau peuvent servir d'indication précise de l'échappée vers ce cours d'eau et s'il y a corrélation entre les échappées des différents stocks dans une même région. Dans le cadre de ce projet, de nouvelles méthodes de dénombrement de l'échappée, y compris des nouveaux modèles de barrière de comptage, seront mises à l'essai.

En 1986, un projet d'indexation des cours d'eau a été entrepris par l'Université de la Colombie-Britannique avec l'appui du Ministère. Le projet comportait l'étude de trois stocks sauvages et d'un certain nombre de stocks de pisciculture de la côte est de l'île de Vancouver pour déterminer s'il existe des similitudes entre des stocks voisins de saumons coho de pisciculture et sauvages en ce qui a trait à la répartition en mer, les taux d'exploitation, les taux de survie et l'échappée. Le projet se poursuivra au moins jusqu'à l'automne 1988. Également en 1986, un projet d'indexation d'un cours d'eau a été entrepris à l'une des barrières utilisées dans le cadre de l'étude conjointe. Les résultats obtenus sont prometteurs et en 1987, le projet sera étendu à deux autres cours d'eau. (*Responsable : J. Irvine.*)

L'étude de la colonisation par le saumon coho a commencé en 1985 en réponse à un besoin reconnu par le personnel des opérations du ministère des Pêches et Océans. À l'origine, le travail a été réalisé dans une variété de cours d'eau de la côte est de l'île de Vancouver, mais en 1986, l'intérêt s'est porté sur le bassin de la rivière Cowichan où l'on faisait déjà de la recherche sur la productivité du coho. La production de saumoneaux du lac Grant, qui a étéensemencé à l'été de 1985, a été évaluée au printemps de 1986. Environ 20% des alevins libérés ont entrepris la migration avec une taille inhabituellement grande pour des saumoneaux. Seul un petit nombre de juvéniles sont restés dans le lac pour une autre année.

En plus de l'ensemencement expérimental du lac Grant, on a procédé à deux autres expériences d'ensemencement de cours d'eau dans le cadre d'un travail en collaboration - Programme de mise en valeur des salmonidés et Direction des pêches - pour déterminer l'efficacité de la récupération des alevins et de l'ensemencement comme technique de mise en valeur. (*Responsable : R. Bams.*)

Études marines

Récemment, les chercheurs canadiens se sont attachés davantage à mieux comprendre la partie du cycle vital du saumon qui se déroule en eau salée. Il est particulièrement important de déterminer les causes et l'importance de la mortalité des saumons juvéniles en mer pour mieux prévoir le nombre d'adultes qui pourront être capturés ou qui pourront participer au frai. On ignore à l'heure actuelle pourquoi le taux de mortalité du saumon du Pacifique durant son séjour en mer est supérieur à 90%, mais de nombreux spécialistes considèrent que les quelques mois qui suivent l'arrivée des saumons juvéniles dans l'océan constituent la période la plus critique. Les taux de mortalité variables durant cette période pourraient également expliquer une grande part de la variation annuelle naturelle du nombre de saumons adultes qui reviennent frayer dans leur rivière natale. De 1982 à 1985, un programme intensif d'échantillonnage sur le terrain a été réalisé dans le bras de mer Masset pour déterminer l'abondance et la durée de séjour des saumons juvéniles ainsi que les causes et les taux de mortalité. Les résultats sont venus confirmer que la prédation était une des principales causes de mortalité au début du séjour en mer. Les pertes totales de saumons roses et kéta ont été estimées entre 1,8 et 2,9 millions en 1983 et entre 1,6 et 2,6 millions en 1985. Ce chiffre représente une perte d'au moins 12 et 18% de tous les jeunes saumons roses et kéta qui ont fait leur entrée dans le bras de mer Masset en 1983 et 1985, respectivement. Les saumons coho immatures (de l'année) se sont révélés les prédateurs les plus importants, consommant, selon les estimations, entre 1,3 et 2,0 millions de saumons roses et kéta en 1983 et entre 1,0 et 1,7 million en 1985, soit environ 2,4 et 1,8 fois plus que tous les autres prédateurs ensemble, pour ces deux années. Les résultats de ce projet viennent corroborer la conclusion que les taux de mortalité des saumons juvéniles sont élevés durant la première partie de leur vie en mer. Cependant, les taux de mortalité observés et les variations annuelles ne parviennent pas à expliquer les variations observées du nombre de saumons adultes qui partici-

pent à la montaison. Les données sur la prédation par le coho fournissent la première indication documentée d'une interaction négative importante entre les diverses espèces de saumons. (*Responsable : B. Hargreaves.*)

Un projet de recherche en collaboration, influences météorologiques et océanographiques sur la migration du saumon nerka, entre le ministère des Pêches et Océans l'Université de la Colombie-Britannique a été mis sur pied en 1984 pour étudier la relation entre la variabilité interannuelle du système océan-atmosphère et les voies de migration et le moment de la migration des saumons nerka adultes revenant frayer dans le fleuve Fraser.

Le travail effectué en 1986 comprend l'analyse des données de la flotte commerciale de pêche à la traîne et une étude à la température; ces travaux nous ont permis à constater qu'il y avait une corrélation très forte entre les variations annuelles touchant les voies de migration du saumon nerka autour de l'île de Vancouver et les données sur la température de la surface de la mer près de la côte. Avant la saison, on a fait une estimation du pourcentage de saumons nerka qui retourneraient dans le fleuve Fraser, par l'intermédiaire du détroit de Johnstone; cette estimation s'est révélée par la suite remarquablement précise. Ces travaux ont été à l'origine d'une nouvelle hypothèse : l'écoulement des eaux douces provenant du fleuve Fraser et la répartition de la température à la surface de la mer au large ne guident pas directement le saumon nerka, mais ce sont plutôt les caractéristiques de l'interaction atmosphère-océan qui, en agissant sur la répartition du saumon nerka en mer avant la migration de montaison, influent sur les voies de migration.

La répartition du saumon nerka dans les détroits de la Reine-Charlotte et de Johnstone a également été déterminée par des pêches expérimentales à l'aide de bateaux senneurs commerciaux.

La méthode consistant à suivre des saumons nerka adultes individuels à l'aide d'émetteurs d'ultrasons a également été couronnée de succès en 1986. On a suivi les déplacements de seize poissons et enregistré à quelle profondeur ils se trouvaient pendant 225 heures, sur une distance supérieure à 450 km. On a ainsi pu déterminer que la vitesse moyenne de migration était d'environ 2 km/h et que le jour, les poissons voyageaient à une vitesse légèrement plus grande que la nuit. En 1986, la migration s'est faite à une profondeur moyenne d'environ 20 m. Les données obtenues avec les dispositifs émettant des ultrasons indiquent également que la migration du saumon nerka de la rivière Adams se fait à une plus grande profondeur que celle du saumon nerka de la rivière Quesnel. (*Responsable : K. Groot.*)

En plus de s'intéresser à la situation des saumons le long des côtes, le Canada s'intéresse également à la répartition des salmonidés canadiens en haute mer et à leur capture par les flottes de pêche hauturière. On s'intéresse particulièrement à l'évaluation au degré d'exploitation de la truite arc-en-ciel et des saumons chinook et coho provenant des eaux canadiennes par les pêcheurs japonais.

Dans le cadre du Projet d'étude des salmonidés en haute mer entrepris en 1986, un scientifique canadien s'est rendu à bord d'un navire de recherche japonais effectu-

ant des croisières en haute mer et équipé pour la pêche au filet maillant dérivant et à la palangre. De plus, une pêche au filet dérivant en haute mer a été réalisée par le navire de recherche de Pêches et Océans Canada, le W.E. RICKER. Le navire japonais a pêché dans des eaux situées entre le 42° et le 47° de latitude nord et entre le 166° et le 175° de longitude est; parmi les prises figuraient des saumons coho, nerka, roses, kéta et chinook ainsi que des truites arc-en-ciel. La nageoire adipeuse avait été taillée chez un des saumons coho et chez 11 truites arc-en-ciel, ce qui indique que des salmonidés originaires de l'Amérique du Nord étaient présents dans cette zone de pêche. De nombreux saumons capturés à la palangre au cours de cette campagne ont été marqués et relâchés, ce qui devrait nous fournir des renseignements additionnels sur le continent d'origine des salmonidés trouvés dans cette zone. *(Responsable : R. LeBrasseur.)*

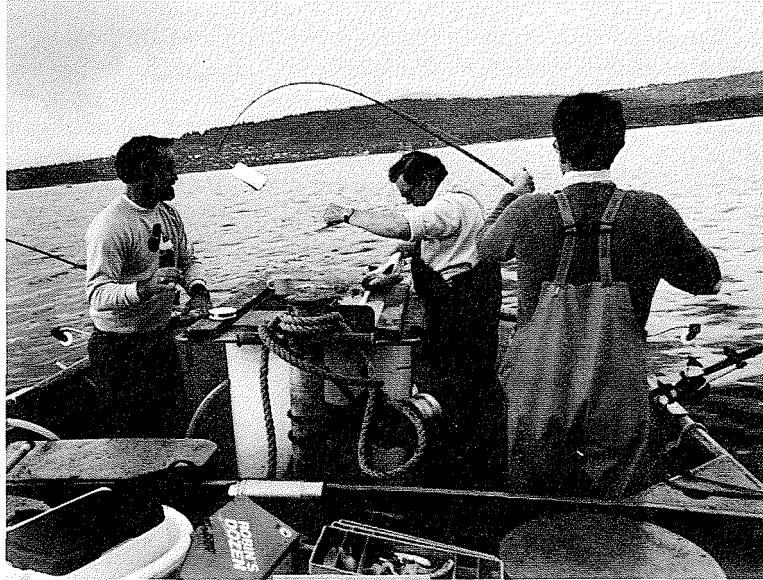
Évaluation de la mise en valeur du saumon nerka

Dans le cadre du programme de recherche sur la fertilisation des lacs réalisé en 1986, on a démontré que les remontes anormalement faibles de saumons nerka sur la côte ouest de l'île de Vancouver en 1985 et 1986 étaient attribuables à des facteurs océaniques et non à des événements qui sont survenus en eau douce. De plus, des méthodes efficaces et peu coûteuses de sondage hydro-acoustique et de chalutage ont été mises au point pour évaluer l'échappée des saumons nerka dans de nombreux lacs côtiers. *(Responsable : K. Hyatt.)*

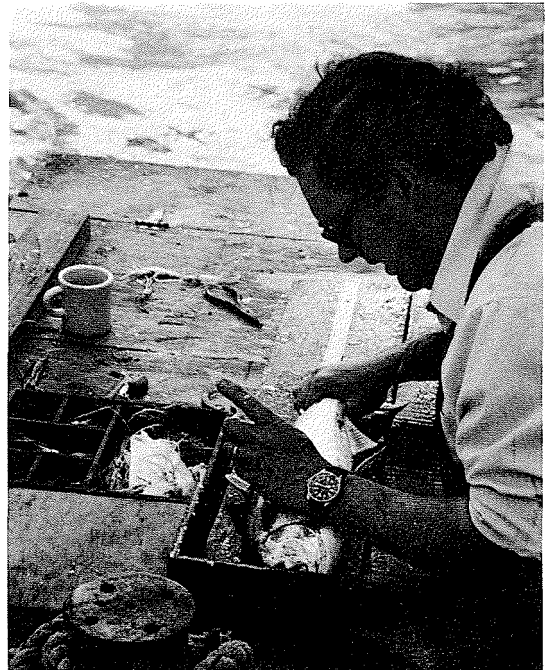
Recherche sur la pêche sportive

Des projets de recherche ont été entrepris pour obtenir des données sur la mortalité causée par les hameçons chez les saumons capturés et relâchés dans le cadre de la pêche sportive, pour déterminer la contribution du coho de piscifaculture à la pêche sportive et pour faire une évaluation initiale du poisson attiré par un récif artificiel dans le port de Nanaimo.

L'étude de la mortalité causée par les hameçons a porté sur des saumons coho qui commençaient leur deuxième année en eau salée. Ces saumons sont capturés en grands nombres en avril et mai et de nombreux petits poissons, dont la longueur à la fourche se situe entre 35 et 40 cm, sont relâchés. Les poissons, qui ont été capturés avec les accessoires habituels de la pêche sportive à la ligne, ont été gardés dans des bassins ou des cages à poissons pendant 24 heures pour évaluer la mortalité à court terme.



Saumon coho capturé à l'aide d'un leurre artificiel utilisé habituellement pour la pêche sportive, dans le cadre de l'étude de la mortalité causée par les hameçons.



Après que l'hameçon a été retiré et que la longueur à la fourche a été mesurée, le poisson est gardé dans un enclos en filet ou dans un réservoir pendant 24 heures pour évaluer la mortalité à court terme.

On a également étudié des saumons coho en fin d'été, dont la longueur à la fourche était supérieure à 50 cm. Capturés dans la région de la rivière Campbell, les poissons ont été marqués et relâchés soit immédiatement, soit après avoir été gardés dans des cages à poissons pendant au moins six heures. L'analyse des données sur la mortalité du coho causée par les hameçons sera terminée au cours de l'hiver 1988.

Pour déterminer la contribution du coho de pisciculture à la pêche sportive dans le détroit de Georgie, des pêcheurs et des guides ont volontairement accepté de garder un registre de leurs prises et de noter le nombre de coho chez qui on avait pratiqué le rognage des nageoires. On procède actuellement à l'analyse des données pour obtenir une estimation de la proportion de poissons de pisciculture dans environ dix zones différentes dans le détroit de Georgie.

Récemment, des plongeurs ont réalisé une étude par transects linéaires dans le voisinage d'un récif artificiel construit dans le port de Nanaimo en 1985 et qui a attiré une population assez importante de poissons. L'étude a indiqué que la concentration de scorpènes et de morue-lingue était plus grande dans le récif que dans les régions environnantes. (*Responsable : T. Gjemes.*)

Évaluation des stocks de saumons

Le programme d'évaluation des stocks a comporté cinq activités principales au cours de l'année : élaboration de systèmes d'information pour l'évaluation, évaluation de la production des stocks de saumons de la Colombie-Britannique, élaboration de modèles analytiques, surveillance des prises de la pêche côtière à la traîne et des prises de saumons chinook par la pêche la senne coulissante dans le détroit de Johnstone, et prestation de services en hydro-acoustique.

Trois bases de données principales pour l'évaluation du saumon sont maintenues dans le cadre de ce programme : prises historiques, taille des populations de reproducteurs et marquage par fils codés. La base de données sur le marquage par fils codés sera l'une des bases de données sur les pêches les plus complexes au monde. Elle comprendra des données sur la production totale de salmonidés par les piscicultures sur toute la longueur de la côte ouest de l'Amérique du Nord, sur les marques par fils codés posées et récupérées et sur l'échantillonnage à partir des marques posées et récupérées de façon que l'on puisse établir le degré de confiance statistique de ces données. Un progrès important qui a été réalisé en 1986 a été l'incorporation dans cette base de données de renseignements sur les échappées de saumons obtenus à partir des marques récupérées. Cette base de données peut maintenant servir à déterminer les taux d'exploitation et les taux de survie annuelle des stocks de saumons marqués.

Plusieurs activités importantes reliées à l'évaluation de la production des stocks de saumons de la Colombie-Britannique ont eu lieu en 1986 et 1987. Parmi ces

activités notons : 1) l'évaluation de la contribution du saumon chinook et coho canadien provenant des piscifactures aux pêcheries canadiennes et américaines et évaluation, en collaboration avec d'autres groupes du ministère des Pêches et Océans, du Programme de mise en valeur des salmonidés jusqu'en 1985; 2) l'évaluation des stocks de saumons nerka et roses du fleuve Fraser, tâche qui relevait auparavant de la Commission internationale des pêcheries de saumon du Pacifique; 3) étude de l'utilité de la prévision fondée sur les séries chronologiques, méthode qui semble plus fiable que les autres méthodes standard) pour prévoir qu'elle sera, l'année suivante, l'abondance du saumon dans un stock particulier; et, 4) conseils aux membres canadiens de la Commission du saumon du Pacifique et de la Commission internationale de pêches du Pacifique Nord.

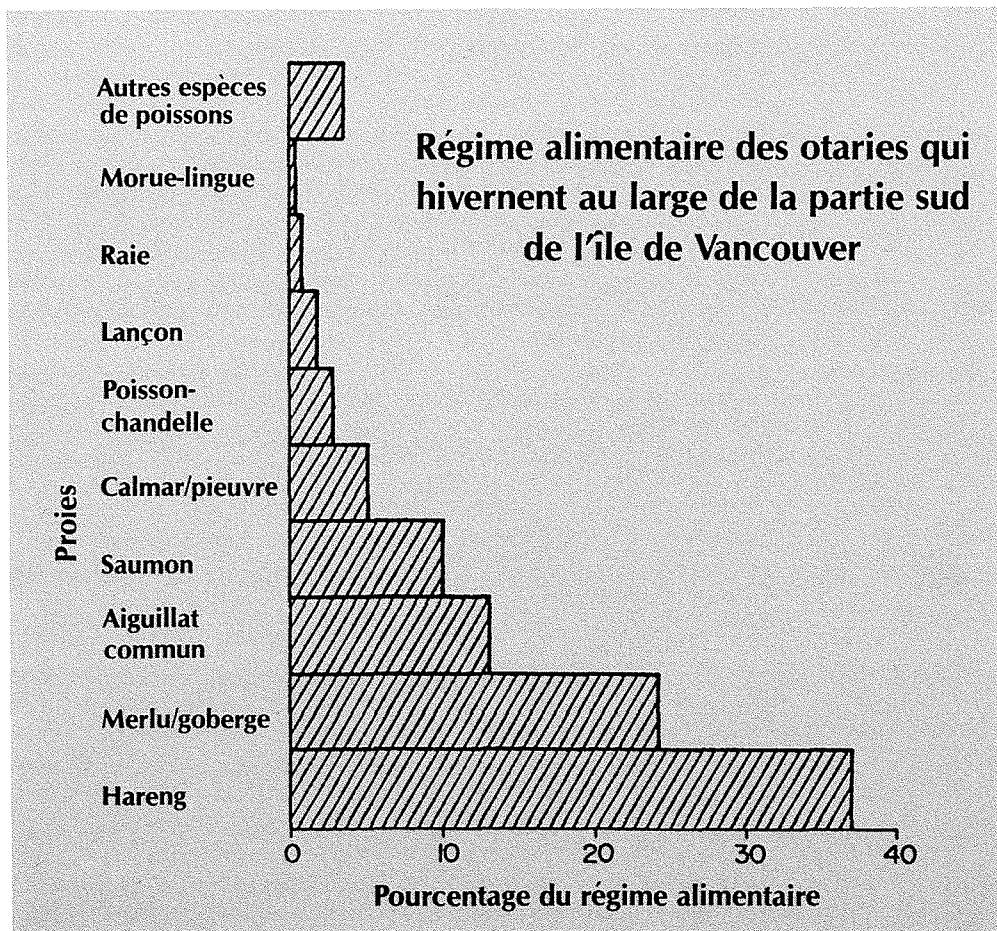
La surveillance des prises de saumons chinook et coho a fait l'objet de deux programmes importants. La surveillance des prises dans les pêcheries contingentées (créées en vertu du Traité canada-américain concernant le saumon du Pacifique) nécessite un programme d'échantillonnage d'une conception spéciale qui fournit l'information voulue au bon moment. Un programme fondé sur l'effort de pêche observé et les prises par unité d'effort a été utilisé avec succès en 1986 pour gérer les pêcheries. Également en 1986, un programme pilote d'observateur a été conçu et mis en application pour estimer la prise totale de saumons chinook pour la pêche à la senne coulissante dans le détroit de Johnstone. Le programme s'est révélé une grande réussite comme en témoigne l'étroite corrélation entre l'estimation des prises de saumons chinook et nerka de grande taille et les bordereaux de vente. Ce programme a également révélé qu'en 1986, on a capturé environ un petit saumon chinook (moins de 5 lb) pour chaque saumon chinook de grande taille, mais que seulement le sixième environ des petits saumons chinook capturés ont été enregistrés dans les bordereaux de vente. (*Responsable : B. Riddell.*)

En 1986, la section s'est vu confier la tâche de satisfaire tous les besoins de la Direction en matière d'hydro-acoustique. Le personnel a consacré une partie importante de son temps à doter le W.E. RICKER des installations nécessaires à la réalisation des sondages hydro-acoustiques. (*Responsable : R. Kieser.*)

Mammifères marins

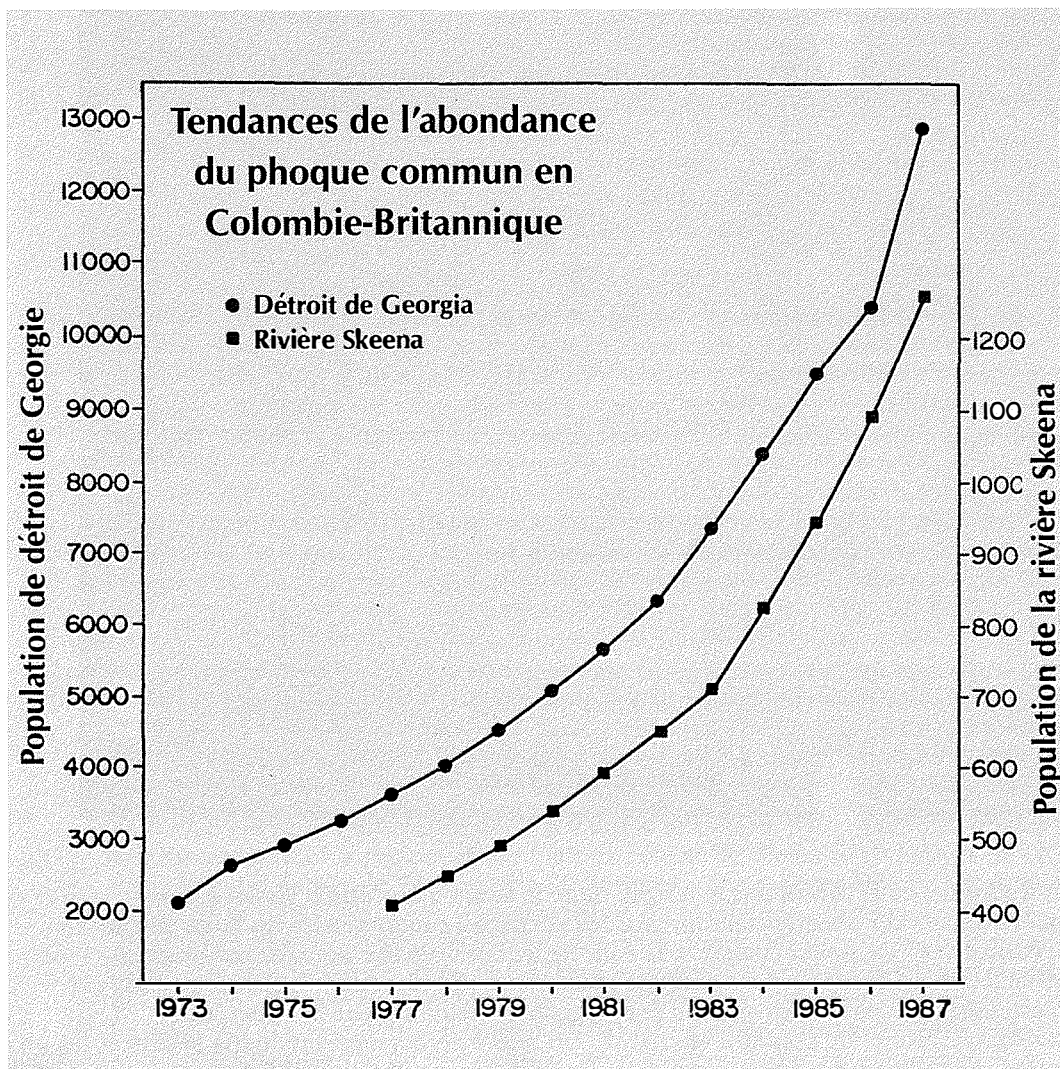
Le travail sur le terrain réalisé dans le cadre d'une étude d'une durée de quatre ans sur l'abondance et le régime alimentaire de l'otarie de Steller et de l'otarie de Californie au sud de l'île de Vancouver a été terminé. Ces espèces séjournent dans la région de la fin de l'automne jusqu'au début du printemps. L'abondance a été déterminée à partir de photographies aériennes prises dans les aires de rassemblement. La population d'otaries de Steller a augmenté; d'environ 700 bêtes au début des années 70, elle s'est stabilisée aux alentours de 1200 bêtes durant les années 80. La population d'otaries de Californie a elle aussi augmenté, passant de 500-1000 bêtes vers la fin des années 70 à 4500 en 1984, bien que depuis, la population se soit stabilisée à quelque 3000 bêtes. Ces augmentations résultent

d'une modification de la distribution des populations hivernantes plutôt qu'à une augmentation de la taille des stocks de reproduction. Des résultats préliminaires indiquent que le régime alimentaire des otaries se répartit comme suit : hareng, environ 35%, merlu et goberge, 25% (ensemble), aiguillat commun, environ 15%, et saumon, environ 10%. Les études se poursuivent pour déterminer l'impact des otaries sur les pêcheries commerciales. (Responsable : M. Bigg.)



On a commencé le travail sur le terrain dans le cadre d'une étude visant à déterminer l'impact du phoque commun sur les pêcheries commerciales au large de l'île de Vancouver. Ce projet comporte la collecte de données sur les variations saisonnières touchant le nombre et le régime alimentaire des phoques. L'abondance est déterminée par des relevés aériens et le régime alimentaire, par l'examen des matières fécales et du contenu stomacal. Un relevé aérien entrepris dans le détroit de Georgie indique que la population continue de s'accroître au rythme d'environ 12% par année, situation qui se maintient depuis 1973. La population qui

fréquente la zone située entre Victoria et la rivière Campbell s'élève actuellement, selon les estimations, à environ 9900 bêtes. Avant l'année 1970, le phoque a fait l'objet d'une chasse active, pour sa fourrure et parce qu'il était considéré comme prédateur nuisible. L'augmentation actuelle du nombre de phoques indique que la population se remet des effets de cette chasse qui avait gravement décimé ses rangs. Un programme de plus grande envergure, comportant l'analyse des données antérieures, la collecte de nouvelles données et un relevé aérien, a également été mis sur pied pour estimer l'abondance et les tendances de la population de phoque commun pour l'ensemble de la côte. (Responsable : P. Olesiuk.)



Des données sur le nombre d'otaries à fourrure tuées sur l'île St-Paul, en Alaska, ont été utilisées pour déterminer l'ordre d'arrivée des individus, selon l'âge et le sexe. Les résultats indiquent que les mâles ont tendance à arriver avant les femelles et que chez les mâles immatures et les femelles, les individus plus âgés ont tendance à arriver plus tôt. Une étude a été réalisée en collaboration avec le National Marine Mammal Laboratory de Seattle pour déterminer le régime alimentaire de l'otarie à fourrure le long de la côte ouest de l'Amérique du Nord. L'analyse du contenu stomacal de 18 000 otaries à fourrure capturées entre la Californie et l'Alaska a servi à établir quel était le régime alimentaire de ces otaries selon les mois de l'année et la région où elles ont été capturées. Des petits poissons vivant en banc, comme l'anchois et le hareng, constituaient environ 40% du régime, le calmar, environ 17% et le saumon, environ 6%.

Les études à long terme sur la biologie de l'épaulard en Colombie-Britannique se poursuivent. Des photographies de certains sujets identifiables ont été utilisées pour recueillir des données individuelles ainsi que des données sur l'abondance, les mouvements, le régime alimentaire et le comportement de cette espèce. (*Responsable : M. Bigg.*)

Service de détermination de l'âge des poissons

Au cours des dernières décennies, les spécialistes des sciences halieutiques ont pris conscience de l'importance de connaître avec précision l'âge des poissons. Il est indispensable de disposer de données fiables sur l'âge pour comprendre la biologie des poissons, pour évaluer l'état des stocks d'importance économique et pour élaborer des stratégies de gestion rationnelles.

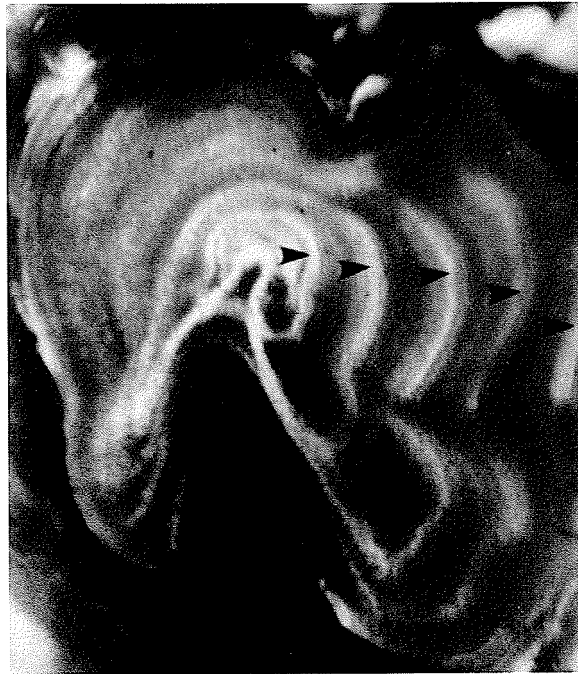
Le service a pour mission de mettre au point de nouvelles méthodes de détermination de l'âge des poissons et d'améliorer les méthodes existantes. Ce travail de recherche se fait par l'élaboration et la publication de critères de détermination de l'âge, par la réalisation d'études de validation et par l'établissement de normes.

Le Service de détermination de l'âge des poissons de la Station biologique du Pacifique vient en aide aux gestionnaires des pêches en leur fournissant des renseignements sur l'âge des poissons. Sur la côte du Pacifique, cela signifie qu'il faut être en mesure de déterminer l'âge des poissons de plus d'une cinquantaine de stocks de poissons de fond différents, par exemple, la morue charbonnière, le merlu, les scorpenes et les poissons plats, ainsi que diverses espèces de hareng et de saumon. Durant l'année financière 1986-1987, le service a déterminé l'âge de 14 500 poissons de fond, de 40 000 harengs et de 11 100 saumons. Le processus par lequel on détermine l'âge des poissons comporte souvent l'examen de plus d'une structure anatomique par plus d'un observateur.

Depuis sa création en 1977, le Service est devenu un centre international pour la recherche sur la détermination de l'âge des poissons, comme en témoignent le

nombre et la diversité des consultations qui ont eu lieu avec d'autres organismes et chercheurs en 1986-1987, parmi lesquels on compte des établissements d'enseignement et divers organismes gouvernementaux (fédéraux et provinciaux) au Canada, des organismes fédéraux et d'état aux États-Unis et, outre-mer, une variété d'organismes de gestion des pêches et de chercheurs (URSS, Japon, Nouvelle-Zélande, Australie, Espagne, Chine, Corée, Kuwait et Norvège).

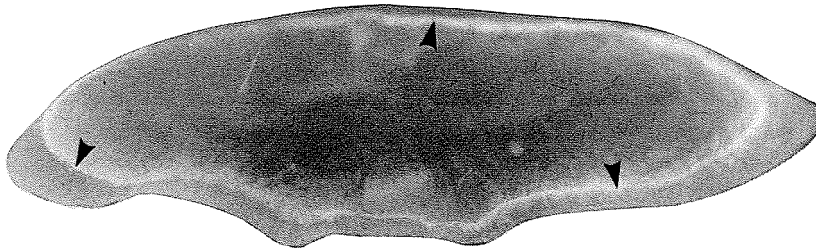
Une étude des structures pouvant servir à la détermination de l'âge des saumons chinook reproducteurs a permis de découvrir une nouvelle méthode fondée sur l'analyse de coupes transversales des rayons de la nageoire dorsale qui est plus précise que la scalimétrie traditionnelle. L'étude indique que les écailles ne sont pas des indicateurs fiables de l'âge à cause de la résorption qui survient lorsque le saumon entreprend sa migration en eau douce pour aller frayer. Dans de nombreux cas, les écailles sont inutilisables pour la détermination de l'âge. Au cours d'une période de trois ans, on a mis au point pour cette nouvelle méthode une technique de traitement et des critères de détermination de l'âge qui nous permettent d'évaluer de manière précise l'âge absolu du sujet ainsi que son âge en eau douce et en eau salée. L'utilisation de cette nouvelle méthode, seule ou en combinaison avec la scalimétrie traditionnelle, a été recommandée pour la détermination de l'âge des saumons chinook reproducteurs.



Coupe de la nageoire dorsale d'un saumon chinook. Les flèches indiquent 5 annuli (zones correspondants aux hivers).

La scalimétrie constitue la méthode traditionnelle employée pour déterminer l'âge du hareng. Même si une comparaison entre la méthode scalimétrique et la méthode fondée sur l'analyse des otolithes a indiqué que la scalimétrie permet de déterminer avec suffisamment de précision l'âge de la grande majorité des individus étudiés, on croit que l'analyse des otolithes est plus précise pour estimer l'âge des poissons plus âgés, c.-à-d. ayant plus de sept ans. Par conséquent, des échantillons d'otolithes ont été prélevés dans des stocks comptant des poissons âgés pour que leur analyse puisse servir de complément à la méthode scalimétrique. À l'heure actuelle, aucune de ces deux méthodes n'a été validée.

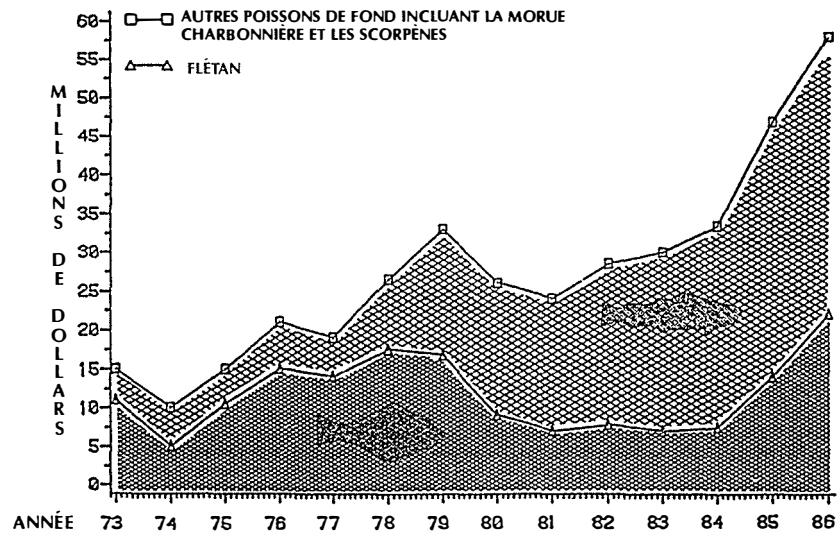
Une étude préliminaire pour valider l'analyse d'otolithes flambés à l'alcool comme méthode de détermination de l'âge de la sole du Pacifique a été terminée. Parmi les autres projets en cours figurent l'analyse des caractéristiques des écailles du saumon nerka pour l'identification des stocks (1800 écailles ont été converties en données numériques en 1986-1987), une comparaison des structures utilisées pour la détermination de l'âge des saumons nerka reproducteurs, une étude de l'écaille de choix pour la détermination de l'âge du saumon chinook, une étude sur les rayons des nageoires de la morue du Pacifique, une étude de validation de l'âge de la morue charbonnière, la préparation d'un guide sur les structures servant à déterminer l'âge du saumon et la mise au point de méthodes normalisées pour mesurer la précision de la détermination de l'âge. (Responsable : G.A. McFarlane.)



Coupe d'otolithes de sole du Pacifique. Les flèches indiquent l'empreinte laissée par un produit chimique (oxytétracycline) que l'on injecte pour marquer le poisson. L'oxytétracycline se dépose dans les os, formant une marque qui devient fluorescente en présence de lumière ultraviolette.

Poisson de fond

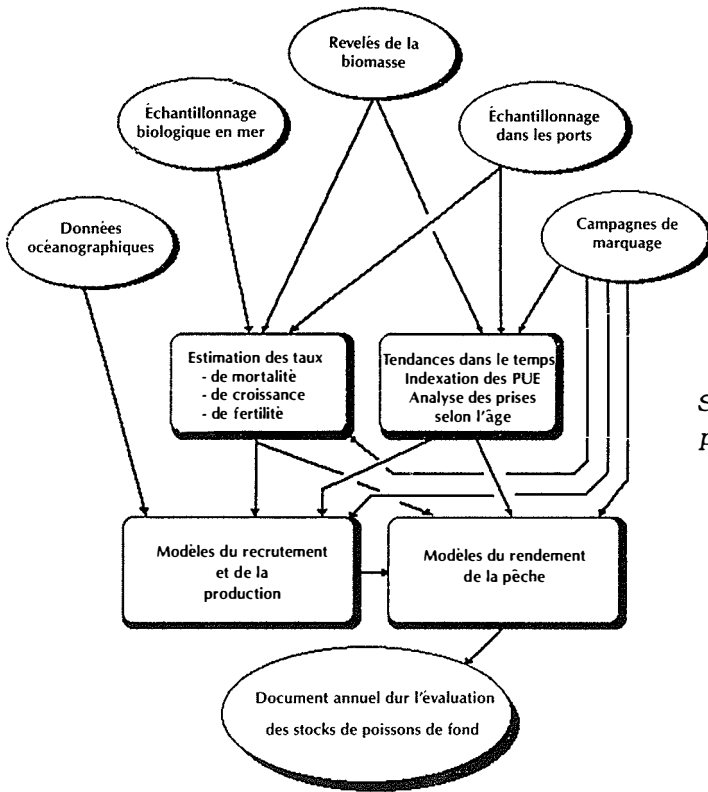
La taille et la valeur de la pêche des poissons de fond ont augmenté de manière spectaculaire au cours des dernières années. La valeur de ces pêcheries a presque triplé depuis que le Canada a étendu sa juridiction en 1977. Cependant, certaines ressources comme le goberge, l'aiguillat commun et le merlu du détroit de Georgie sont encore sous-exploitées.



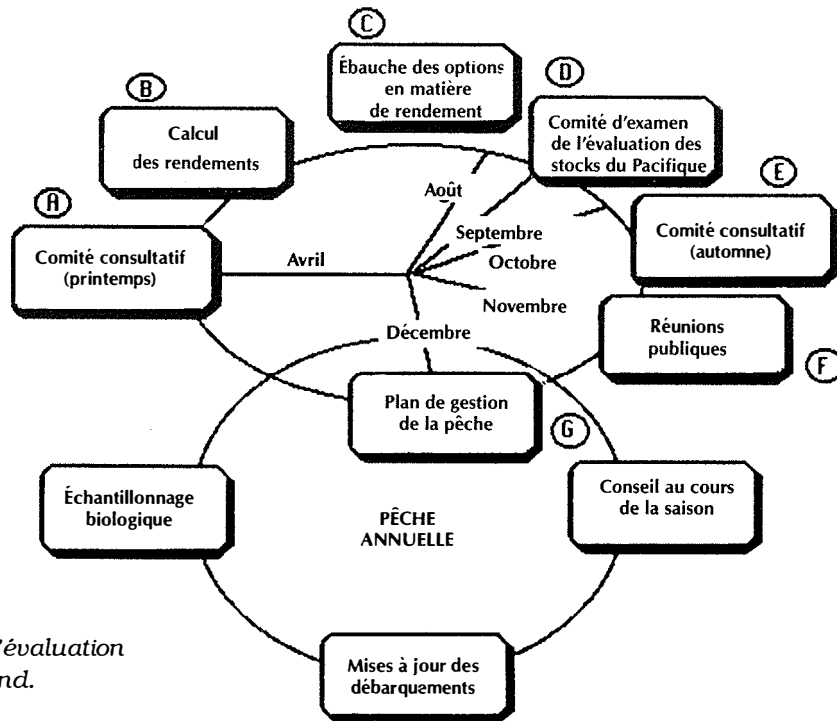
En 1977, la valeur des débarquements de poissons de fond s'élevait à environ 20 millions de dollars. En 1986, elle a augmenté à environ 70 millions de dollars.

La recherche axée sur le poisson de fond vise à déterminer le rendement maximum (ou optimal) pour chacune des espèces, processus qui comporte quatre étapes : l'identification des stocks individuels au sein de chaque espèce, la détermination de l'abondance et de la production annuelles et saisonnières; la détermination des caractéristiques biologiques comme la croissance, la longévité, les taux de mortalité naturelle et par pêche, la fertilité et le cycle vital, ainsi que l'élaboration de modèles mathématiques intégrant ces paramètres et capables de simuler la réponse d'un stock à des facteurs environnementaux liés ou non à la pêche. Des études récentes permettront d'élaborer des modèles plus complexes, faisant intervenir les relations entre les stocks des différentes espèces occupant les mêmes zones de pêche.

D'une façon plus particulière, les travaux de recherche exécutés en 1986 ont porté sur les questions suivantes : élaboration d'une méthodologie pour l'évaluation des stocks qui soit indépendante de la pêche, acquisition d'une connaissance plus approfondie de la variation du recrutement, étude des facteurs biotiques et abiotiques qui déterminent le succès des classes d'âge et incorporation de variables additionnelles dans les modèles mathématiques.



Sources d'information et méthodes utilisées pour faire l'évaluation des stocks de poissons de fond.



Cycle annuel du processus d'évaluation des stocks de poissons de fond.

Évaluation des stocks

Chaque année, au printemps, les biologistes entreprennent l'évaluation des stocks de poissons de fond à l'aide d'une base de données pluriannuelle constituée à partir de données sur les prises et de données de recherche. Une variété de modèles d'évaluation sont utilisés dont l'analyse séquentielle, la production excédentaire indépendante de l'âge, le rendement par recrue et les modèles linéaires. Les évaluations sont terminées en août après examen par un comité formé de spécialistes des poissons de fond. Des chercheurs de l'extérieur (du milieu gouvernemental ou d'ailleurs) peuvent participer à l'examen. Les évaluations sont ensuite examinées par le Comité d'examen de l'évaluation des stocks du Pacifique du ministère des Pêches et Océans et les différentes options recommandées en matière de rendement sont communiquées au personnel responsable de la gestion des pêches.

Tôt en octobre, les gestionnaires des pêches et les biologistes de la Direction des sciences biologiques se rencontrent pour examiner un projet de plan de gestion. C'est au cours de ces réunions que les différents scénarios de gestion sont examinés et que leur impact est évalué. Une fois le plan de gestion arrêté, il est d'abord présenté au Comité consultatif sur le poisson de fond du Pacifique (formé de représentants de l'industrie et du gouvernement), puis à l'industrie dans son ensemble au cours de réunions publiques qui ont lieu à Vancouver et à Prince Rupert au début de novembre.

À ce cycle d'examen et de consultation viennent se greffer des réunions spéciales avec les représentants de l'industrie pour traiter de questions précises se rapportant aux évaluations des stocks de poissons de fond. De plus, une réunion a lieu chaque année avec les représentants de l'industrie pour passer en revue les activités de recherche qui ont présidé à la préparation des évaluations et à l'élaboration des options en matière de rendement recommandées pour la gestion.

(Responsable : A.V. Tyler.)

Merlu du Pacifique

Parmi les travaux sur le terrain réalisés au cours de l'année figurent la continuation des activités de surveillance et d'échantillonnage du merlu du Pacifique dans le détroit de Georgie à l'aide d'échantillons commerciaux, l'évaluation de l'abondance relative et de la distribution de cette espèce au large de la côte ouest de l'île de Vancouver et la réalisation, au mois d'août, d'un relevé par chalutage pour évaluer les interactions interspécifiques, et plus précisément l'impact de la morue charbonnière et du merlu du Pacifique sur les stocks de harengs dans la région du banc de La Pérouse.

Les résultats de ce relevé, et de relevés antérieurs, effectués pour examiner la relation entre les conditions de l'océan et les rations alimentaires estimées de

certaines espèces importantes de poissons de fond indiquent que l'effectif des classes d'âge de hareng est extrêmement sensible aux changements touchant le régime alimentaire du merlu adulte. Ces études indiquent également que la morue charbonnière, surtout les morues juvéniles appartenant à une classe d'âge nombreuse, pourrait constituer un prédateur important du hareng juvénile.

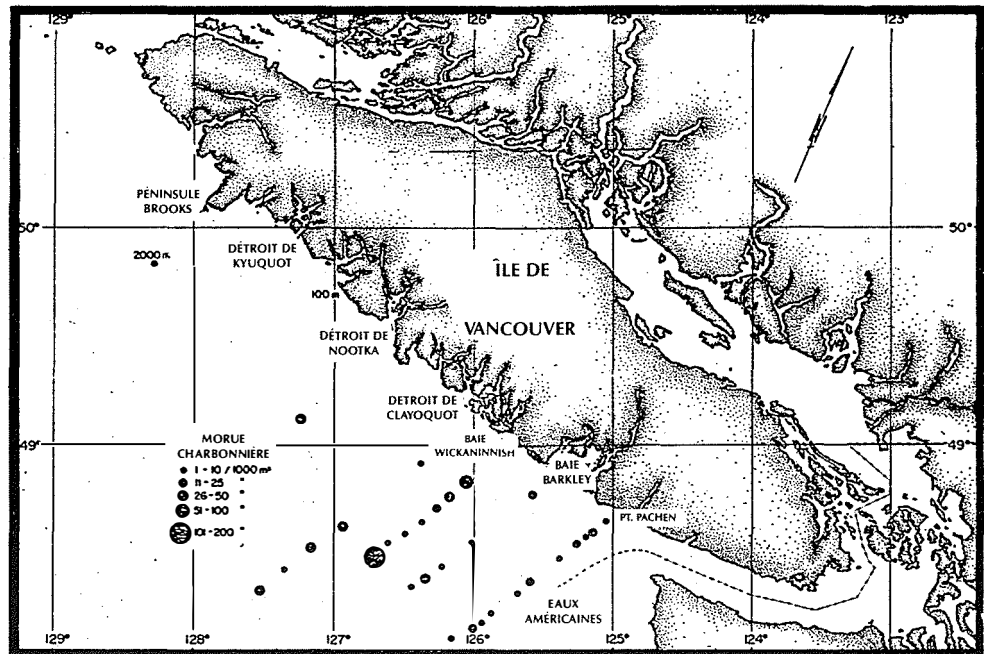
Parmi les travaux en laboratoire, on compte une étude pour déterminer les effets de l'exploitation sur la reproduction du merlu du Pacifique et une étude de l'évolution dans le temps de la taille selon l'âge dans le cas des stocks du détroit de Georgie et des stocks du large; cette dernière étude a indiqué que des modifications importantes étaient survenues. De plus, une étude pour examiner de manière plus approfondie les conséquences de ces modifications sur la production des stocks a été commencée. (*Responsable : G.A. McFarlane.*)

Morue charbonnière

La surveillance biologique s'est poursuivie; des observateurs et un navire commercial nolisé ont été affectés à cette tâche. En avril et en mai, un relevé a été réalisé pour déterminer l'abondance relative et la répartition des larves de morue charbonnière au large de la côte ouest de l'île de Vancouver. On a observé que sur une période de trois ans, la population de larves, indiquée par la présence de larves dans les eaux de surface, pouvait varier par un facteur variant de deux à huit. Les travaux visant à établir une corrélation entre cet indice et l'abondance des poissons dans la pêcherie débuteront en 1988.

D'autres études ont porté sur les divers sujets suivants : élevage de la morue charbonnière larvaire du stade de l'oeuf jusqu'au stade de larve s'alimentant librement, étude des facteurs déterminant la production de classes d'âge abondantes, étude conjointe sur les parasites, début d'une analyse à plusieurs variables des données sur les prises des filets-trappes par unité d'effort pour déterminer s'il s'agit d'un indice approprié de l'abondance des stocks, et analyse poussée de la base de données sur le marquage pour estimer les taux d'immigration et d'émigration à court et à long termes.

Des oeufs ont été récoltés en mer pour l'étude sur l'élevage. Les oeufs ont été fécondés et incubés à des températures variant de 4 à 6°C et à une salinité variant de 31 à 34 parties par mille. L'éclosion des larves a eu lieu 11 à 16 jours plus tard et la résorption du sac vitellin était totale 30 à 34 jours après l'éclosion. Des expériences ont été réalisées pour déterminer l'évolution dans le temps de certaines caractéristiques liées à l'alimentation (préférences alimentaires, taille des particules alimentaires et présentation). Les larves ont commencé à s'alimenter activement avant la résorption complète du sac vitellin. La densité des oeufs et des larves a été mesurée tous les jours. Cette information a été utilisée pour déduire la répartition verticale des oeufs et des larves dans l'océan.



Distribution des larves de morue charbonnière d'après un échantillonnage du neuston réalisé du 3 au 18 avril 1986. L'abondance est exprimée comme le nombre de larves par 1000 m².

L'étude sur les parasites a permis de mettre en évidence des caractéristiques du cycle vital aussi bien de l'hôte que du parasite (trématodes intestinaux); la présence des parasites pourrait se révéler un outil précieux pour délimiter les stocks. L'analyse des taux d'immigration et d'émigration à partir des données du marquage indique que la morue charbonnière pourrait être gérée comme s'il s'agissait d'un stock unique.

L'analyse des données du marquage est fondée sur le marquage et la libération de 72 735 poissons adultes au large de la côte ouest du Canada, entre 1977 et 1982. En date du 31 décembre 1985, 11 212 (15%) de ces poissons avaient été récupérés. Nous avons pu conclure que la morue charbonnière constitue une population dans le Pacifique nord-est dont le centre d'abondance se situe dans le sud du golfe de l'Alaska. On a constaté que le mouvement visant à quitter une région donnée était lent, ce qui rend possible la gestion par région.

Une analyse à plusieurs variables des données sur les prises des filets-trappes par unité d'effort a été entreprise et les résultats préliminaires seront présentés dans les évaluations des stocks de 1988. Les données ont été normalisées pour un type d'engin de pêche particulier, comme les filets-trappes coniques. Les résultats indiquent que les PUE normalisées suivent les mêmes tendances que les PUE nominales. Ces résultats sont considérés comme préliminaires et un rapport décrivant l'analyse sera présenté pour examen. (Responsable : G.A. McFarlane.)

Aiguillat commun

Le travail sur le terrain a consisté en un relevé à la traîne dans le détroit de Georgie. Le but de ce relevé, qui doit être répété tous les trois ans, est de constituer un indice de l'abondance relative. De plus, des échantillons biologiques ont été prélevés pour obtenir des données sur la longueur, le sexe, la maturité, les épines et la fertilité.

Pour ce qui est du travail en laboratoire, une analyse des données sur le marquage de l'aiguillat commun (poissons marqués entre 1978 et 1984 et récupérés en 1983 et 1984) a été commencée et une analyse, suivie de la présentation d'un rapport, sur le développement de l'annulus de la deuxième épine dorsale et sur la validité de cette structure pour la détermination de l'âge, a été terminée. L'étude de validation a entraîné une légère modification de la méthode de détermination de l'âge de l'aiguillat commun et a indiqué que cette espèce avait une longévité plus grande et une croissance plus lente qu'on le pensait. (*Responsable : M. Saunders.*)

Scorpènes du talus et du plateau

Il est difficile de comprendre la structure des stocks de scorpènes vivant dans les eaux profondes du talus continental au large de la Colombie-Britannique parce que le poisson ne peut survivre aux méthodes de marquage habituelles. À titre de substitut, on a réalisé une étude de l'infection du sébaste à longue mâchoire (*Sebastes alutus*), scorpène le plus important du point de vue commercial, par un copépode parasite des branchies appelé *Neobrachiella robusta*, pour déterminer si cette caractéristique pouvait servir d'indicateur biologique. Des copépodes ont été prélevés dans cinq stocks présumés; on a constaté qu'il y avait des différences en ce qui concerne la prévalence et l'intensité de l'infection ainsi que dans la structure de la population de copépodes, ce qui indique que ces caractéristiques pourraient être utilisées pour l'identification des stocks. Ces résultats ont permis de faire des distinctions inter- et intra-stocks dans le cas de trois stocks fortement exploités et de deux stocks légèrement exploités. Le parasite s'est révélé moins utile comme caractère d'indication du stock dans le cas des poissons individuels. Cependant, 43 à 87% des poissons individuels ont pu être attribués correctement à des unités de stock au moyen d'une analyse discriminante. (*Responsable : B. Leaman.*)

La recherche sur la reproduction des scorpènes à longue durée de vie s'est poursuivie en 1986. On a commencé l'évaluation de la variabilité annuelle de la production, du poids et du diamètre des ovocytes chez cinq stocks de sébaste à longue mâchoire se caractérisant par des antécédents d'exploitation différents. Une comparaison avec les résultats de 1982 a révélé que la variabilité touchant les caractéristiques des ovocytes individuels était plus faible que celle de la production d'ovocytes. La modélisation du rendement reproductif et de la dynamique de la

population en relation avec la mortalité par pêche a indiqué que la surveillance de la valeur reproductrice (rendement reproductif prévu pour toute la durée de vie) des recrues, ou d'autres âges spécifiques, fournira des indices plus sensibles de l'état du stock que les simples mesures liées à la biomasse. (Responsable : B. Leaman.)

Une nouvelle méthode a été mise au point pour obtenir des renseignements sur le taux de mortalité à partir des données sur la longueur. Les données sur la longueur du sébaste argenté (*Sebastes brevispinis*) ont été étudiées à l'aide d'un modèle de population avec variation aléatoire du recrutement et de la longueur. Les études de modélisation ont indiqué que les distributions de longueurs prévues étaient relativement insensibles à la variabilité des classes d'âge. La taille moyenne était sensible aux variations touchant la mortalité totale instantanée, le recrutement partiel et la croissance. Toutefois, la forme et la position de la portion gauche de la couche était encore un meilleur indicateur de la mortalité totale instantanée que la longueur moyenne ou médiane. Ces estimations établies par méthode graphique et fondées sur la longueur correspondaient bien aux estimations faites directement à partir de la composition par âges. (Responsable : R. Stanley.)

Morue-lingue et scorpènes de la zone côtière

La pêche à la ligne, à la traine et à la palangre dirigée contre les stocks de scorpènes vivant près des côtes a connu une croissance rapide au cours des dernières années. La première évaluation des stocks de ce groupe d'espèces a été terminée en 1986. À cause de l'absence des données biologiques, l'évaluation a été fondée en grande partie sur les tendances historiques établies à partir des débarquements et des débarquements par unité d'effort. Pour obtenir une base biologique plus complète pour les évaluations futures, des travaux de recherche ont été effectués sur plusieurs fronts. Un nouveau modèle a été mis au point qui permet de comparer les données provenant des relevés effectués par les navires de recherche avec la densité des scorpènes déterminée par le relevé effectué par des plongeurs. On a constaté une relation linéaire entre les taux de prise et la densité dans le cas du sébaste à dos épineux (*Sebastes maliger*). Par conséquent, les taux de prise enregistrés au cours des relevés effectués par les navires de recherche peuvent servir d'indice d'abondance. De plus, l'échantillonnage biologique des débarquements de la pêche commerciale s'est poursuivi, une étude sur la fertilité a été entreprise et trois relevés ont été terminés dans des endroits différents de la pêcherie.

Pour pouvoir fonder les évaluations des stocks sur une base biologique plus solide, on a également étudié les stocks de morue-lingue. C'est ainsi que l'on a procédé à un relevé dans le détroit de Georgie pour trouver une explication à la diminution des débarquements commerciaux dans cette région. Une analyse poussée des données biologiques et halieutiques existantes sur les stocks fréquentant les eaux au sud-ouest de l'île de Vancouver a été entreprise; ces stocks fournissent la plus grande partie des débarquements de morue-lingue de la Colombie-Britannique. L'analyse mettra à profit les progrès récents réalisés dans la méthodologie de

l'évaluation des stocks pour déterminer les conséquences biologiques de la pêche et les niveaux de prise appropriés. (*Responsable : L. Richards.*)

Poissons plats

Le travail sur le terrain s'est limité à une étude de la reproduction de la sole anglaise dans le détroit d'Hécate. La première d'une série de campagnes de recherche prévues dans le cadre de ce programme de trois ans a été réalisée en novembre. Des échantillons d'ovaires ont été prélevés pour des études histologiques et on a recueilli des données pour tracer des graphiques de fréquence des stades de maturité. Les stades de maturité ont indiqué qu'il y avait eu un frai en octobre dans le détroit d'Hécate en 1986. Les longueurs à 50% et 100% de maturité pour la sole anglaise femelle étaient respectivement de 34 et de 40cm.

L'analyse des résultats de l'expérience de marquage de la sole du Pacifique réalisée en 1982 a été terminée; on a ainsi obtenu des renseignements sur la délimitation des stocks, la croissance et les taux de mortalité. Le détroit d'Hécate compterait au moins deux populations de sole du Pacifique, une qui occupe la partie nord et l'autre, la partie sud. Le taux de mortalité total instantanée (Z) estimé à partir des expériences était supérieur à 1,0. Comme le taux de mortalité par pêche pour cette espèce a été relativement faible au cours de la période étudiée ($<0,3$), il semblerait qu'un accroissement important du taux de mortalité naturelle (antérieurement estimé à 0,25) est survenu au début des années 1980. On ignore pourquoi le taux de mortalité a augmenté, mais on sait qu'à l'heure actuelle les stocks de sole du Pacifique dans le détroit d'Hécate sont très faibles.

L'étude des données biologiques indique que le recrutement de la sole anglaise dans le détroit d'Hécate est à la hausse, tandis que celui de la sole du Pacifique demeure faible.

L'analyse des résultats de l'expérience de marquage de la sole anglaise réalisée en 1983 est actuellement en cours et les résultats de l'étude de validation de la méthode de détermination de l'âge de la sole anglaise seront connus en 1988. (*Responsable : J. Fargo.*)

Morue du Pacifique

Parmi les activités entreprises dans le cadre de l'évaluation des stocks figurent la compilation des données provenant des échantillons prélevés dans les ports en 1985-1986 et des données sur la fréquence des longueurs (à partir de laquelle on déduit ultérieurement l'âge des poissons), le calcul de données statistiques normal-

isées sur les débarquements à l'aide d'une méthode permettant de modifier les données sur la morue du Pacifique et sur les autres espèces qui cohabitent avec elle en fonction de l'effort de pêche et de la puissance de pêche relative, ainsi que l'évaluation des stocks de morue du Pacifique dans le détroit de Georgie à partir des résultats d'une étude, comprenant des analyses de rendement par recrue, sur la puissance de pêche relative des chalutiers. Aucun des quatre stocks examinés n'a présenté des signes de surexploitation du recrutement. Le fait que la pêcherie soit constituée d'espèces variées nous empêche de maximiser le rendement par recrue par la réglementation des mailles des filets. *(Responsable : A.V. Tyler.)*

Données statistiques et échantillonnage

La surveillance sur les quais des prises commerciales de poissons de fond s'est poursuivie. On a prélevé des échantillons biologiques dans les débarquements commerciaux des principales espèces capturées par chalutage; on a également récupéré les marques ainsi que les journaux de bord des chalutiers, palangriers et navires pratiquant la pêche au filet-trappe. On a terminé la mise au point d'une planche à mesurer informatisée qui a été utilisée pour la première fois sur les quais de Vancouver. La longueur des poissons individuels ainsi que d'autres données pertinentes peuvent maintenant être enregistrées directement dans un microordinateur.

Les essais sur le terrain d'un système de journal de bord informatisé pour les chalutiers se poursuivent. Le système permet de relier un simple enregistreur de prise à un traceur micro-informatisé. Les pêcheurs entrent les prises par espèce et les données sont transmises à un enregistreur automatisé sur le pont. Non seulement le système permet aux capitaines d'avoir accès, par ordinateur, à des renseignements sur leurs prises antérieures, mais il permettra aux gestionnaires des bases de données d'avoir les données des journaux de bord dans un format machine. À long terme, on espère convaincre les capitaines d'enregistrer d'autres données de nature océanographique ou biologique.

Le service continue à maintenir une base de données haute résolution sur les prises et l'effort de pêche pour les principaux poissons de fond, sauf le flétan. Non seulement cette base de données est-elle utile du point de vue de la recherche (évaluation des stocks), mais elle est également utile du point de vue de la gestion, car les données sont produites suffisamment rapidement pour permettre des interventions en temps réel. *(Responsable : R. Stanley.)*

Mollusques et crustacés

La section des mollusques et crustacés fournit des conseils de nature biologique et scientifique pour la gestion, la protection et la mise en valeur des ressources en invertébrés de la région. On lui a confié plusieurs tâches : étudier la répartition, le cycle vital, l'écologie, la physiologie et le comportement de différentes espèces d'invertébrés et de plantes marines qui sont ou qui pourraient être importantes du point de vue commercial; réaliser des relevés et des échantillonnages de prises commerciales pour l'évaluation des stocks d'invertébrés et de plantes marines; participer aux travaux de recherche sur l'impact des facteurs naturels et anthropiques sur l'habitat des invertébrés et des plantes marines; maintenir des bases de données sur la pêche et mettre au point des méthodes d'analyse, y compris l'utilisation de modèles théoriques; et, fournir des conseils de nature biologique aux gestionnaires et communiquer les résultats de la recherche aux pêcheurs, à l'industrie et à la communauté scientifique.

Évaluations des stocks

On a commencé la surveillance d'un système expérimental de gestion de la crevette tachée à Howe Sound. Des relevés ont été réalisés avant et après la saison de pêche pour déterminer quelle était la situation globale du stock et pour évaluer l'impact des stratégies de pêche. (*Responsable : J. Boutillier.*)

La recherche visant à déterminer et à évaluer les modifications qui peuvent être apportées aux engins de pêche pour réduire la mortalité attribuable à la capture de crevettes tachées d'une taille inférieure à la taille légale est terminée. (*Responsable : J. Boutillier.*) Ce travail a été entrepris à la demande des représentants de l'industrie et des gestionnaires de la pêche qui désiraient mettre au point une stratégie de gestion qui prévienne la récolte des crevettes tachées d'une taille inférieure à la taille légale. Les recommandations sur la taille minimale des mailles des casiers utilisés ont été adoptées.

Une étude de la pêche des crevettes au chalut a été entreprise; elle a mis en évidence certaines difficultés et certaines solutions possibles concernant l'évaluation et la gestion des stocks. Un système de journal de bord obligatoire a été institué dans le but d'obtenir une information de meilleure qualité aux fins de l'évaluation des stocks. (*Responsable : J. Boutillier.*)

Une étude de prise de décision à caractéristiques multiples a été réalisée pour déterminer quels sont les meilleurs endroits pour effectuer l'échantillonnage des prises d'invertébrés commerciaux. Soixante-seize pêcheries d'invertébrés ont été prises en considération dans le but de déterminer lesquels devraient être échantil-

ionnés pour maximiser les profits (une mesure combinée des avantages par rapport aux coûts d'échantillonnage). (Responsable : J. Boutillier.)

Une évaluation des stocks de crevettes des quais (*Pandalus danae*) a été réalisée dans la pêcherie au casier du havre Sooke et une stratégie de récolte a été recommandée. (Responsable : J. Boutillier.) De plus, une étude préliminaire sur la distribution de *Sylon* parasite de la crevette tachée, sur la côte nord a été réalisée. Ce travail pourrait donner lieu à une restriction sur le transport des crevettes tachées vivantes en dehors des zones infectées. (Responsable : S. Bower.)

Une expérience dans une pêcherie au filet dérivant a été réalisée dans les eaux du large pour déterminer le rendement, du point de vue de la pêche, et la biologie d'espèces faisant directement l'objet de la pêche (encornet volant, *Ommastrephes bartramii*) ou capturées accidentellement. Bien que l'analyse des résultats pour déterminer la répartition spatio-temporelle des espèces se poursuit, les résultats généraux sur les prises ont été publiés. (Responsable : G. Jamieson.)

Études sur la recrutement

On a étudié certains aspects de la biologie et des premiers stades de vie du crabe dormeur (*Cancer magister*) dans une pêcherie intensive au large de Tofino sur la côte ouest de l'île de Vancouver. La première partie de l'étude consistait à déterminer la structure et la dynamique de la population de crabe, pré-recrues et recrues, et à évaluer l'impact de la pêche commerciale. Des casiers, des chaluts et des marques ont été utilisés pour effectuer des relevés mensuels dans le but de suivre les déplacements des crabes et de déterminer les variations saisonnières et annuelles de la population. Les pêcheurs de crabes commerciaux ont participé activement à ce programme. La deuxième partie de l'étude consistait à déterminer les facteurs qui influent sur la présence des crabes larvaires dans la zone étudiée. Au stade de plancton, les larves de crabe dormeur dérivent pendant trois ou quatre mois avant de se fixer, au stade de juvéniles, dans des zones peu profondes près de la côte. Au cours de cette période, ils sont habituellement transportés sur une distance d'environ 180 km du large par des processus que l'on comprend encore mal, mais qui pourraient être déterminants pour le succès ou l'échec de l'implantation des crabes larvaires dans une région et de leur recrutement ultérieur pour la pêche. En juin 1986, on a étudié à l'aide de filets à plancton placés dans les eaux de surface la répartition spatiale et l'abondance des larves de stade avancé sur une distance de 120 km depuis la côte. On a également déterminé les mouvements des eaux de surface à l'aide de bouées dérivantes dans le cadre d'une étude conjointe avec le SHC. Les résultats de cette étude ont révélé qu'il y avait une ligne de démarcation située à environ 30 km de la côte : du côté éloigné de la côte, les larves sont abondantes, du côté rapproché, elles sont beaucoup plus rares. On n'a pas observé d'implantation importante de crabes larvaires dans la région de Tofino en 1986. Cette pêcherie repose actuellement sur une population décroissante de crabes plus âgés qui se sont fixés à cet endroit en 1982 et 1983. Les déplacements

des crabes adultes étant limités et aléatoires, il est peu probable que la pêcherie de la région de Tofino s'améliore dans un avenir rapproché par suite de l'immigration de crabes de taille légale. (Responsable : G. Jamieson.)

On a terminé une étude préliminaire à Howe Sound sur l'habitat des crevettes tachées juvéniles dans le but de mieux comprendre l'utilisation de l'habitat dans les eaux peu profondes près de la côte. Les crevettes tachées juvéniles vivent en eaux moins profondes que les adultes, mais elles ont une mobilité verticale beaucoup plus grande que ces derniers, dans la couche d'eau qui s'étend de la surface jusqu'à une profondeur de 60 m. Les crevettes tachées mâles semblent migrer en eaux plus profondes avec l'âge et finissent par changer de sexe dans les eaux profondes. Ces résultats préliminaires ont été à l'origine d'une étude sur la biologie des crevettes tachées larvaires. (Responsable : J. Boutillier.)

Une étude du recrutement des oursins, *Stronglyocentrotus franciscanus*, le long des côtes est et ouest de l'île de Vancouver a été réalisée. Le recrutement global était faible, environ 9,5%, si l'on compare aux populations des latitudes plus basses. À petite échelle (0,5 à 8,0 km), le recrutement était extrêmement inégal et dépendait très nettement des caractéristiques spécifiques du site. Le fait que les jeunes se cachent sous les adultes et qu'ils ont une très forte tendance à se regrouper rend plus difficile l'évaluation des effets de la récolte dans cette pêcherie qui se développe rapidement. (Responsable : G. Jamieson.)

Nutrition des bivalves d'aquaculture

On a évalué la teneur en lipides, glucides et protéines de six espèces de phytoplancton cultivées en laboratoire pour l'alimentation des larves et du naissain de pétoncles et on a calculé les équivalents énergétiques correspondants pour ces algues en phase de croissance exponentielle et en phase de croissance stationnaire. On a constaté que les flagellés constituaient une excellente source de lipides et de protéines et que les diatomées constituaient une source fiable de glucannes de réserve, que les bivalves peuvent digérer. La valeur calorique des constituants biochimiques a permis de classer les espèces en fonction de leur valeur comme source d'énergie, les flagellés étant généralement situés plus haut dans cette échelle que les diatomées. On évalue actuellement cette information par des essais de nutrition chez des pétoncles japonais et des pétoncles des roches.

Des larves alimentées avec des mélanges binaires et ternaires de phytoplancton ont présenté des variations de croissance qui ont pu être corrélées avec la teneur énergétique des mélanges d'algues alimentaires et avec l'état nutritionnel des larves avant la métamorphose. On a évalué l'utilisation et l'assimilation des constituants de réserve chez des larves de pétoncle japonais durant la croissance et le développement et dans des conditions de privation alimentaire. On a ainsi pu déterminer les pourcentages de lipides, de glucides et de protéines facilement catabolisables contenus dans les tissus larvaires; cette information sur les besoins nutritionnels

des larves de pétoncle peut nous aider à améliorer la survie de ces dernières durant la période d'activité intense que constitue la métamorphose. (Responsable : J.N.C. Whyte.)

Culture des pétoncles

En 1986-1987, l'effort de recherche dans le domaine de la culture des pétoncles a été orienté sur deux espèces, le pétoncle japonais (*Patinopecten yessoensis*), qui est une espèce exotique, et le pétoncle des roches (*Crassadoma gigantea*), qui est une espèce indigène. Les deux espèces sont d'une grande taille, ont un taux de croissance rapide et il est possible de les faire se reproduire avec succès. En 1986-1987, le nombre de frais réussis dans le cas du pétoncle japonais a été presque le même que l'année précédente, mais la production d'oeufs fécondés a augmenté de 85% pour atteindre 446 millions, succès attribuable au perfectionnement des méthodes utilisées pour conditionner et faire se reproduire les pétoncles. La survie des oeufs depuis la fécondation jusqu'au stade de la charnière droite a été comparable à celle de l'année précédente, mais on a obtenu 14,5 millions de larves matures, soit une augmentation de 30%. Jusqu'à présent, on a produit environ 7500 juvéniles dont la hauteur de la coquille est supérieure à 5 mm.



Patinopecten yessoensis adultes.

Dans le cas des pétoncles des roches, le nombre de frai provoqué a été inférieur à celui de l'année précédente, mais la production d'oeufs a été supérieure de 25% et celle des larves au stade de la charnière droite, de 75%. Le nombre de larves qui se sont fixées a été supérieur de 400% et on a produit plus de 4000 juvéniles dont la hauteur de la coquille est supérieure à 5 mm. (Responsable : N. Bourne.)

En 1986-1987, on a accordé une attention particulière à la nutrition des larves et du naissain de pétoncles. Environ la moitié des larves de pétoncles japonais produites ont été utilisées dans des études sur la nutrition. Ces études sur les effets du régime alimentaire sur les larves ont été terminées et on a constaté qu'un régime ternaire composé de deux diatomées, *Chaetoceros calcitrans* et *Thalassiosira pseudonana*, et d'un flagellé, *Isochrysis* (Tahiti), avait un effet plus favorable sur la croissance et la survie des larves qu'un régime alimentaire constitué d'un seul ou de deux de ces organismes phytoplanctoniques. (Responsable : J.N.C. Whyte.)

Au cours des années précédentes, on a observé un taux de mortalité élevé chez les larves, et particulièrement chez les juvéniles dont la hauteur de la coquille variait de 0,3 à 1,0 mm. Des études ont été entreprises pour améliorer les techniques d'élevage et pour accroître la croissance et la survie des juvéniles. Des expériences ont été réalisées pour déterminer si les produits chimiques tels le chlorure de potassium et les neuromédiateurs GABA et L-DOPA stimulerait la métamorphose. Plusieurs substrats pour la fixation des larves (collecteurs de naissain) ont été testés et celui qui a donné les meilleurs résultats est un matériau fibreux artificiel appelé kinran.

En 1986-1987, les pétoncles japonais juvéniles produits l'année précédente ont été utilisés dans des essais d'affinage. L'affinage a été réalisé à trois profondeurs différentes (5, 10 et 15 m) dans la baie Departure et à l'anse Refuge, pour comparer les taux de croissance et de mortalité jusqu'à ce que les pétoncles atteignent la taille commerciale (hauteur de la coquille de 10 cm). La mortalité a été d'environ 1-2% par mois sauf en septembre et novembre où elle a été légèrement plus élevée. La croissance des juvéniles était la plus faible à 15 m et la plus élevée à 10 m. La croissance plus faible observée à 5 m peut être attribuable au fait qu'à cette profondeur, les filets sont plus vulnérables aux salissures. C'est dans la baie Departure que l'on a noté la meilleure croissance des pétoncles japonais : la hauteur de la coquille a atteint 11 cm en l'espace de 18 mois, la croissance moyenne étant de 8-9 cm. Les résultats indiquent qu'il est possible de produire des pétoncles japonais d'une taille commerciale en Colombie-Britannique en l'espace de deux ans.

Certains des pétoncles japonais produits en 1985-1986 et affinés jusqu'à une taille commerciale en 1986-1987 ont été utilisés comme stock de reproduction en 1987. Il n'est maintenant plus nécessaire d'importer le stock de reproduction du Japon.

Des pétoncles juvéniles produits au cours de l'année 1986-1987 seront utilisés en 1987-1988 dans des expériences d'affinage dans sept endroits différents le long de la côte de la Colombie-Britannique. (Responsable : N. Bourne.)

Mytiliculture

Quatre expériences ont été réalisées pour comparer les taux de croissance et de mortalité des moules bleues, *Mytilus edulis*. Pour évaluer les effets de l'emplacement, des moules ont été cultivées dans 18 endroits différents dans la province, de Sooke à Prince Rupert. Du naissain provenant de huit sources a également été élevé dans la baie Departure et dans la région de Tofino pour évaluer les effets génétiques et environnementaux potentiels. Pour déterminer l'importance relative de l'environnement et de la génétique, on a prélevé du naissain de trois stocks différents dont une partie a ensuite été élevée dans chacun des trois sites. L'importance de l'exposition intertidale pour l'engraissement des moules a été déterminée en comparant la survie et la croissance de la moule bleue et de la moule de Californie (*M. californianus*) dans les zones intertidale et infratidale.

De plus, on a surveillé les conditions de reproduction de *Mytilus edulis* dans chacune des expériences.

Les résultats ont indiqué que certains endroits conviennent mieux que d'autres à la culture des moules. De plus, dans les mêmes conditions d'élevage, les moules appartenant à certaines populations avaient des taux de croissance et de survie plus élevés que d'autres, ce qui indique que l'origine du stock et le site d'affinage sont tous les deux des facteurs importants. Par ailleurs, l'expérience de transplantation dans les trois sites a révélé que dans certains cas, la croissance et la survie des moules transplantées dans un nouveau site étaient meilleures que dans leur site d'origine. Les moules bleues élevées dans la zone intertidale avaient un taux de survie plus élevé que les moules élevées dans la zone infratidale, mais ces dernières présentaient un taux de croissance plus rapide. Enfin, dans les mêmes conditions environnementales, la moule de Californie présentait un taux de survie beaucoup plus élevé que la moule bleue. (Responsable : G. Jamieson.)

Hareng

L'objectif premier de la recherche sur le hareng réalisée à la Station biologique du Pacifique est de fournir des fondements scientifiques en vue de la conservation et de la gestion rationnelle de cette ressource en Colombie-Britannique. Au cours des dernières années, la recherche a été axée principalement sur l'évaluation des stocks afin que les conseils biologiques sur l'état du stock et les recommandations sur les prises reposent sur des fondements plus solides. Il a fallu notamment mettre au point et évaluer une méthodologie d'évaluation par analyse, mettre au point des techniques pour faire le relevé du frai, analyser les bases de données historiques sur le frai et entreprendre des travaux de recherche sur l'identification des stocks.

Évaluations analytiques

Deux modèles d'évaluation analytique mis au point expressément pour produire des évaluations et des prévisions annuelles dans le cas du hareng en Colombie-Britannique ont été utilisés en 1986-1987. Des modifications importantes ont été apportées aux deux modèles cette année pour incorporer des données additionnelles de manière à rendre les modèles le plus compatibles possibles avec le cycle vital de l'espèce et la nature des pêcheries. Le modèle de l'échappée, qui est fondé principalement sur l'information provenant des relevés du frai réalisés par des plongeurs, a été révisé pour inclure les données sur la composition de l'âge, ce qui nous a permis de fractionner la production du stock en deux composantes, la croissance et le recrutement, et ainsi, d'obtenir des évaluations plus réalistes du recrutement historique. Le modèle faisant intervenir la structure d'âge a été reformulé comme un modèle d'accessibilité, ce qui est davantage en accord avec le cycle vital du hareng du fait que seuls les poissons sexuellement matures, à savoir les poissons qui fraient, sont accessibles aux pêcheurs. (*Responsable : V. Haist.*)

L'analyse des estimations historiques du recrutement, obtenues à partir d'évaluations analytiques, a amené l'élaboration de modèles de recrutement pour les principaux stocks de harengs. Le modèle Ricker, le modèle Ricker-Environnement et le modèle Fonction de Transfert-Bruit ont été évalués. Pour chacun des stocks, le modèle qui a fourni le meilleur ajustement aux données historiques a été utilisé pour faire des prévisions numériques du recrutement de 1987. (*Responsable : M. Stocker.*)

Pour obtenir l'information nécessaire à l'évaluation des stocks, un programme de surveillance des stocks est réalisé chaque année et une base de données remontant jusqu'à 1950 est maintenue. Durant la saison 1986-1987, 88 échantillons provenant de neuf pêcheries de roque commerciales, 264 échantillons obtenus par des navires affrétés spécialement avant la saison et 28 échantillons de recherche ont été obtenus et traités pour en tirer des données biologiques. De plus, 14 échantillons font actuellement l'objet d'analyses morphométriques et électrophorétiques dans le but de mettre en évidence des caractéristiques permettant de distinguer les stocks.

Relevés et analyse du frai

Après la ponte, les oeufs de hareng adhèrent à la végétation marine dans les zones intertidale et infratidale. Des relevés en surface de ce frai se font depuis les années 40 et les données ont été utilisées comme indices d'abondance pour l'évaluation des stocks. Plus récemment, une méthode de relevé en plongée a été mise au point à la SBP; cette méthode permet de faire une estimation plus fidèle de la ponte, à partir de laquelle on peut ensuite calculer la biomasse des reproducteurs.

Deux types de relevés de recherche en plongée ont été réalisés en 1986-1987. Des relevés ont été effectués le long de la partie septentrionale de la Colombie-Britannique pour raffiner la conception du relevé et pour évaluer les variations de la ponte selon la région et l'année. On procède actuellement au dénombrement des oeufs dans des échantillons de frai; cette information sera incorporée à la base de données pour améliorer un modèle permettant de prévoir la densité des oeufs à partir de données d'observation seulement.

Une version modifiée du relevé de recherche en plongée a été utilisée pour la première fois sur la côte sud au lieu des méthodes d'évaluation en surface. Bien que ces relevés reposent strictement sur l'observation, c'est-à-dire qu'on ne prélève pas d'échantillons de frai pour l'analyse, ils fournissent une estimation plus précise de la ponte que les méthodes traditionnelles d'évaluation en surface. Le personnel affecté à la recherche sur le hareng continuera à collaborer avec la Direction des pêches en ce qui concerne la formation des plongeurs, la conception de l'échantillonnage et l'analyse des données afin que l'utilisation de ces relevés visuels en plongée puisse s'étendre à l'ensemble de la côte. (*Responsable : C. Haegele.*)

Des cartes de la végétation marine, fondées sur des photographies aériennes, sont utilisées pour enregistrer et évaluer les données au cours des relevés du frai. Un projet a vu le jour en 1974 pour cartographier la végétation du littoral dans 15 grandes aires de frai du hareng. Le projet est maintenant presque terminé. En 1987, on a publié des cartes de la partie septentrionale de la côte ouest de l'île de Vancouver, qui ont été préparées à partir de photographies aériennes obtenues en 1981. Des photographies de la partie méridionale de la côte ouest des îles de la Reine-Charlotte, obtenues en mars 1982, ont été traitées en 1986-1987; elles peuvent maintenant servir au travail. (*Responsable : C. Haegele.*)

L'analyse des données historiques sur le frai de hareng a été terminée en 1986. Les données ont été extraites de quelque 20 000 rapports rédigés par les agents des pêches sur l'emplacement et la date du frai de hareng. Ces données ont été analysées pour déterminer l'emplacement des principales frayères de hareng sur la côte et pour comparer l'importance relative du frai. Ces analyses ont été incorporées dans l'évaluation annuelle des stocks de harengs et elles se sont également révélées utiles pour l'évaluation de l'impact potentiel du développement industriel, et particulièrement de l'exploration pétrolière et de la pisciculture. (*Responsable : D. Hay.*)

Prévision du moment du frai

Le défi que doit relever les gestionnaires de la pêche dirigée contre le hareng rogué consiste à déterminer à quel moment le hareng a atteint sa pleine maturité, mais avant qu'il ne commence à frayer. La possibilité de prévoir ce moment précis constituerait un outil de gestion extrêmement précieux. Les résultats d'une étude préliminaire réalisée dans la baie Barkley en 1982 indiquent que l'indice gonado-

somatique (IGS), c.-à-d. le rapport, en pourcentage, du poids des ovaires sur le poids total du poisson, pourrait servir à prévoir le moment du frai du hareng. En résumé, la méthode de prévision consiste à surveiller la vitesse à laquelle l'IGS augmente et, ensuite, à estimer à quel moment les femelles auront atteint la pleine maturité.

On a recueilli des données durant la saison et des prévisions ont été faites dans le cas de certains stocks depuis 1982. Dans certains cas, on a pu prévoir le moment du frai avec précision; dans d'autres cas, l'échec est attribuable en partie à l'incapacité de faire la distinction entre différents groupes de maturité et à une connaissance insuffisante de l'influence exercée par le cycle des marées sur le frai. Cette année, on a modifié la méthode d'origine pour tenir compte des cas où l'on dénombre plus d'un groupe de maturité dans une zone d'échantillonnage. L'analyse des données provenant du programme de surveillance des stocks de harengs indique que le frai à l'extérieur du détroit de Georgie survient généralement durant la marée de morte-eau, les poissons pleinement matures attendant le moment favorable du cycle des marées pour frayer. L'analyse des données a également révélé que la vitesse de maturation pouvait être modifiée par la température, le poids et le sexe et qu'il pouvait y avoir entre les deux sexes une communication par phéromones qui serait liée à l'état de la maturité et qui pourrait influencer sur le moment du frai. Les essais sur le terrain de cette méthode se poursuivent. Les chercheurs espèrent améliorer la méthode et les constatations faites récemment au sujet des facteurs qui influent sur le moment du frai permettront de raffiner l'outil utilisé pour faire les prévisions. (*Responsable : D. Ware.*)

Relevés dans le nord

Pendant plusieurs années, la recherche sur le hareng dans les eaux de la côte nord de la Colombie-Britannique a été réalisée dans le cadre du projet du détroit d'Hécate. On a procédé à des relevés d'été, d'hiver et de printemps. Les relevés d'été avaient pour objet d'étudier la répartition du hareng en fonction de l'abondance des organismes planctoniques dont il se nourrit. Les relevés d'hiver avaient pour but de déterminer la distribution du hareng pendant l'hiver et de déterminer s'il était possible d'estimer la biomasse de hareng par des méthodes hydro-acoustiques à cette période de l'année. Quant aux relevés de printemps, ils visaient à déterminer la répartition des larves de hareng pour établir si ces dernières jouent un rôle important dans les relations trophiques chez les petits poissons du détroit d'Hécate.

Jusqu'à présent, on a obtenu certains résultats très intéressants et très utiles. Il semble y avoir correspondance biunivoque entre les principales répartitions en hiver et les principales répartitions pour le frai. De plus, les évaluations de la biomasse de hareng réalisées par des méthodes hydro-acoustiques ont donné des résultats semblables à ceux que l'on a obtenus avec les deux méthodes analytiques utilisées pour l'évaluation du stock, ce qui confère encore plus de crédibilité aux méthodes

d'évaluation actuelles des stocks et indique que le relevé hydro-acoustique peut avoir des applications pratiques dans certaines circonstances.

Les relevés des larves de hareng ont révélé que ces dernières fréquentent surtout les eaux du littoral et qu'elles ne s'aventurent que rarement à plus de quelques kilomètres de la côte. Par contre, la population de larves le long de la côte s'étire sur une distance considérable, et parfois sans interruption, même si les larves proviennent d'aires de frai différentes; ce serait là une indication que les harengs provenant de ces différentes aires de frai font probablement partie du même stock biologique. *(Responsable : D. Hay.)*

Interactions saumons-hareng

Depuis longtemps, certains pêcheurs de saumon et certaines associations de pêcheurs sportifs font valoir l'opinion que la récolte commerciale de harengs pourrait influencer sur l'abondance des stocks de saumons chinook et coho, les principales espèces de salmonidés prédateurs. Une autre opinion veut que le saumon, surtout les stocks mis en valeur, pourrait exercer par la prédation une pression très forte sur le hareng juvénile et ainsi limiter la production dans certains endroits.

Une étude a été entreprise en 1986 pour examiner la relation entre le saumon et le hareng; l'étude s'est déroulée surtout dans les détroits de Georgie et de Johnstone. Cette relation a été étudiée dans le passé, mais elle n'a pas fait l'objet d'une réévaluation critique depuis environ 10 ans. Le but de l'étude était de revoir toute la question à la lumière des évaluations révisées de l'abondance du hareng et de l'information la plus récente sur le cycle vital, les migrations et la structure des stocks de cette espèce. De plus, on a recueilli plus de données sur le contenu stomacal des saumons dans certains endroits clés où se pratique la pêche sportive.

Une analyse préliminaire des données indique que dans certains endroits, et à certains moments, le hareng constitue jusqu'à 40% du régime alimentaire du saumon chinook. Cependant, l'interprétation de ces résultats nécessite la collecte et l'analyse d'autres données. *(Responsable : D. Hay.)*

Écologie marine

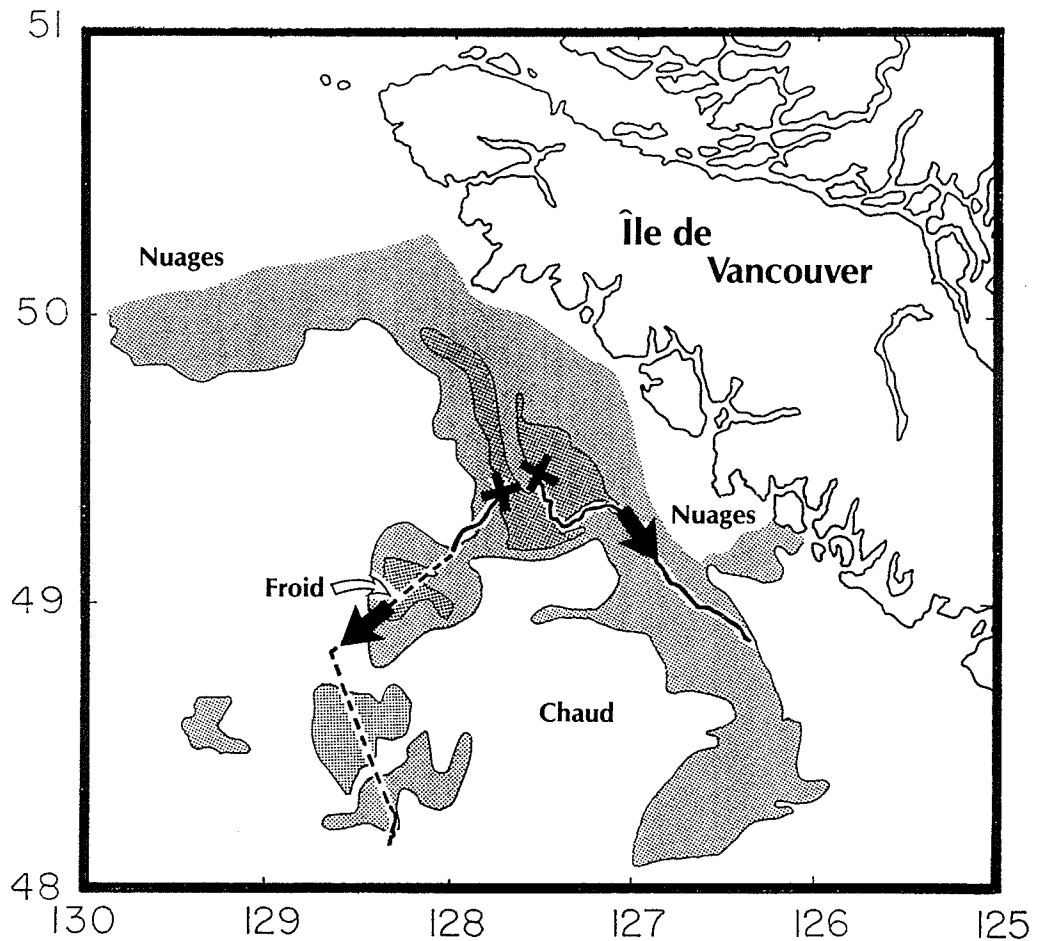
Plancton

En 1986, deux facteurs ont influé sur les activités de recherche portant sur le plancton. Des campagnes ont été entreprises pour étudier les processus qui sont jugés importants dans le cadre du projet La Pérouse, qui est en cours, et de l'étude sur la survie du saumon en mer, qui devrait commencer prochainement; dans les deux cas les campagnes ont été effectuées au large de la côte ouest de l'île de Vancouver. De plus, des procédés hydro-acoustiques à haute fréquence ont été utilisés pour la première fois pour cartographier la distribution des euphausiacés (petits organismes zooplanctoniques qui ressemblent aux crevettes). Autre nouveauté, des images satellites de la température de la surface de l'océan ont été transmises aux chercheurs à bord des navires moins de 24 heures après leur réception pour faciliter l'échantillonnage relatif à des phénomènes physiques et biologiques qui varient avec le temps.

En juin, une croisière a été effectuée dans la région du banc de La Pérouse et près de l'embouchure du détroit de Juan de Fuca pour étudier un courant giratoire antihoraire qui se forme souvent à cet endroit au cours des mois d'été. Cette croisière faisait suite à d'une expédition semblable entreprise en 1985 et à laquelle participaient des scientifiques de la Section des marées et courants et de la Section des mollusques et crustacés.

Les objectifs consistaient à déployer des drogues à l'intérieur et à proximité du courant giratoire, à déterminer si les drogues parvenaient à échapper au courant et à quitter la région du plateau continental, entraînant avec elles des populations de zooplancton et de phytoplancton, et à déterminer les cycles physiologiques et comportementaux quotidiens des populations planctoniques dans le sillage des drogues. On a ainsi pu établir que le courant giratoire apparaissait et disparaissait (ou était mal formé) de manière épisodique, c.-à-d. pendant des périodes de plusieurs jours consécutifs. Le temps de séjour moyen des drogues, et donc du plancton, au-dessus du plateau continental adjacent était de 3 à 5 jours avant qu'elles ne soient déportées ou balayées vers les eaux plus profondes et/ou le long de la côte (dans les deux directions), ce qui signifie que le plancton en question ne peut plus servir à l'alimentation des populations locales de salmonidés et de poissons démersaux. Des crustacés de plus grande taille faisant partie du zooplancton (euphausiacés) sont capables (à l'état adulte) d'entreprendre des migrations verticales importantes, passant les heures du jour sous les courants les plus forts; ainsi, leur exposition aux courants qui entraînent les drogues est probablement réduite. La carte obtenue par M. Yvan Simard sur la répartition des euphausiacés à l'aide des méthodes hydro-acoustiques à haute fréquence indique que la couche

d'euphausiacés s'étendait sur une bande le long de la côte juste à côté, juste en bordure du plateau continental et dans le réseau de canyons plus profonds s'avancant en direction de la baie Barkley. Cette bande correspond approximativement à la zone des courants les plus forts longeant la côte. Le jour, la couche diffusante était concentrée en dessous d'une profondeur de 80 m et ne s'étendait sur aucun des bancs peu profonds. Des séries chronologiques de mesures portant sur l'abondance et le taux de croissance des plantes microscopiques dans l'océan (phytoplancton) ont également été réalisées pendant que le navire suivait les drogues individuelles. En échantillonnant la même population dans la masse d'eau



Trajectoires (lignes épaisses) des drogues déployées pour suivre l'évolution des courants près de la surface pendant une période de 7 jours (août 1987). Les X indiquent les points où l'on a déployé les drogues et les flèches, la direction qu'elles ont suivie. Les deux teintes de gris correspondent aux eaux de surface fraîches et froides qui s'éloignent des centres de remontée d'eau profonde près de la côte. Des variations de température de la surface de la mer ont été tracées par imagerie thermique par satellite.

marquée par les drogues, les chercheurs espéraient déterminer avec suffisamment de précision les cycles quotidiens se rapportant au taux de croissance et à d'autres indicateurs physiologiques (comme la fluorescence) pour pouvoir corriger les mesures obtenues par des relevés effectués depuis l'espace, comme celui du quadrillage La Pérouse.

En août, on a entrepris l'étude d'un filament de remontée d'eau profonde au large de l'île de Vancouver. Ces filaments constituent des langues d'eau nouvellement remontées qui s'écoulent vers le large en provenance de la côte et transportant des éléments nutritifs, du plancton et, peut-être, des poissons juvéniles. L'objectif de l'étude était d'évaluer dans quelle mesure ces remontées d'eau profonde pouvaient perturber le Courant côtier de l'île de Vancouver qui s'écoule en direction nord et que les saumons juvéniles de la baie Barkley emprunteraient pour migrer dans la région subarctique du Pacifique Nord-Est. Des images satellites ont révélé que l'eau froide s'écoulant au nord de l'île de Vancouver se détachait de la côte près de la péninsule Brooks. Grâce à d'autres images satellites, envoyées au navire par le réseau de transmission par fac-similé utilisé pour envoyer les cartes météorologiques, des drogues ont été déployées dans le filament pour suivre son évolution. Le filament se divise en deux branches, une qui s'écoule vers le large et l'autre, vers le sud, le long de la bordure du plateau continental. Un échantillonnage d'une durée d'une semaine le long des deux branches a révélé que les eaux étaient froides, salées et riches en éléments nutritifs, caractéristiques propres à des eaux provenant d'une remontée récente. L'augmentation de la concentration du phytoplancton le long du filament indique que ce dernier jouit de conditions favorables à sa croissance dans ces eaux riches en éléments nutritifs. D'après la vitesse des drogues, variant de 10 à 50 cm.s⁻¹ et les calculs du transport géostrophique, on a estimé que le transport d'eau et d'éléments nutritifs par ce filament correspondait à au moins 25% de la valeur estimée pour le Courant de Californie, d'une largeur de 1000 km, qui s'écoule vers le sud, le long de l'État du même nom. Au cours de ces deux croisières, et à plusieurs autres occasions, on a procédé à l'échantillonnage du quadrillage La Pérouse. Les images satellites du Scanneur couleur de la zone côtière pour cette même région ont été analysées en collaboration avec M. Mark Abbott (Scripps Institution of Oceanography). Grâce aux techniques de spectre croisé, cette analyse a indiqué que la configuration du phytoplancton de surface évolue et qu'elle perd une bonne partie de sa corrélation statistique au cours d'une période d'environ 7 à 10 jours. On a donc formulé l'hypothèse que dans une "nappe" d'eau riche en phytoplancton, le broutage du phytoplancton par le zooplancton et le broutage subséquent du zooplancton par les petits poissons pouvaient avoir lieu pendant environ 10 jours avant que la "nappe" ne soit dispersée par les courants hautement variables au-dessus et à proximité du plateau continental. (Responsables : K. Denman, D. Mackas.)

Benthos

La saison 1986 a vu l'aboutissement d'un certain nombre de projets d'envergure sur la faune macroscopique des sédiments mous (recherche appliquée). Les relevés

réalisés dans le détroit d'Hécate à l'appui d'une étude sur l'alimentation d'un complexe multispécifique de poissons de fond ont été terminés. Les résultats indiquent que le benthos des quatre régions étudiées était très différent, mais qu'il y avait une bonne corrélation statistique entre les échantillons provenant d'une même région au cours des trois saisons étudiées. Une série de nouveaux tests statistiques, décrits plus loin, ont été appliqués aux grands ensembles de données. Dans le cas des nombreux taxons rencontrés (jusqu'à 355 par croisière), les données sur le poids frais étaient variables et incohérentes, contrairement aux données sur l'abondance relative. L'abondance a varié jusqu'à un maximum de 560 par 0,1 m². Un facteur non identifié corrélé avec la profondeur combinée à la proximité d'autres échantillons (c.-à-d., les échantillons de la région A étaient semblables entre eux, mais différents des échantillons de la région B) explique la plus grande partie de la variabilité observée, tandis que les estimations brutes du type de sédiment (pourcentage de vase, etc.) n'ont pas semblé présenter une corrélation avec les données sur l'abondance des espèces. En plus d'être liées à une étude simultanée du contenu stomacal de poissons provenant des mêmes régions, ces données fourniront une excellente base de comparaison avec d'autres travaux, dont certains ont été terminés cette année, parce que les données sont riches, de nature quantitatives et définies du point de vue taxinomique.

Une étude à grande échelle semblable portant sur la faune benthique vivant sur des substrats mous a été terminée au large de la baie Barkley. On a trouvé deux peuplements d'espèces distincts, l'un qui colonise des substrats vaseux et argileux relativement riches en carbone et l'autre, plus vers le large, qui colonise des sédiments sablonneux pauvres en carbone. À l'intérieur de ces deux régions, les échantillons qui se ressemblaient le plus provenaient de sites voisins, ce qui est l'indice d'une communauté que change graduellement, peut-être le long d'un gradient non détecté. Les différences observées entre les campagnes de printemps et d'automne étaient peu prononcées. Rien ne vient appuyer les hypothèses reliant l'abondance ou la biomasse benthiques à la productivité de l'eau ambiante ou à des différences de circulation liées à l'existence d'un courant giratoire local dans la région. Du point de vue quantitatif, les deux communautés étaient semblables, même si, du point de vue taxinomique, elles étaient différentes. Cette étude était la deuxième à avoir été réalisée dans une région non contaminée.

L'étude d'une série de stations en eau moins profonde dans les baies Boundary et Mud a été entreprise parce qu'on se demandait s'il y avait un lien entre le décès de baleines grises et un déversement industriel dans un cours d'eau tributaire. Les études dans le cours d'eau en question n'ont révélé que des effets locaux qui ont disparu rapidement. L'étude du benthos, réalisée en collaboration avec le personnel du Service de la protection de l'environnement (Environnement Canada), n'a révélé aucune anomalie. Les nombres moyens de taxons (espèces et autres groupes) et d'individus se sont élevés respectivement à 37 et 18 000 par m², et dans la plupart des endroits, il y avait une diversité biologique normale dans les sédiments. Trois situations situées en eau plus profonde et sur un fond plus vaseux ont semblé accueillir une faune plus riche que les autres, ce qui a été vérifié par un second relevé.

À l'automne de 1986, le JOHN P. TULLY s'est rendu dans le bras de mer Alice pour vérifier dans quelle mesure les eaux de ce bras de mer s'étaient rétablies de la

pollution par les résidus miniers. Des chercheurs du Collège militaire de Royal Roads, de l'Université de Victoria, de l'Université de la Colombie-Britannique et un scientifique de l'Argentine ont uni leurs efforts à ceux du personnel de l'ISM et du SPE. Les résultats des relevés de la faune benthique bien en aval du site minier et débouchant dans le bras de mer Hastings ont indiqué un rétablissement complet du benthos en ce qui a trait à la diversité et à l'abondance des espèces, mais le type d'espèces présentes dans les endroits les plus fortement touchés par la pollution fait que ces sites forment une grappe distincte, c.-à-d. qu'il y aurait encore un effet détectable selon ce test sensible. Les résultats de l'analyse chimique seront signalés ailleurs.

Toutes ces études ont fait appel à trois techniques statistiques conçues par MM. A.N. Nemeč et R.O. Brinkhurst. Ces techniques ont été conçues pour éliminer les jugements subjectifs qui accompagnent l'utilisation des analyses de grappes. Elles permettent de comparer des grappes fondées sur des données obtenues sur le terrain et sur des données arbitraires dérivées, par exemple, de la profondeur ou de la proximité géographique (dans le but de déceler l'effet de caractéristiques spécifiques d'un site), ou de comparer entre deux séries de données différentes (régions différentes ou même région, mais à des moments différents). Le troisième test sert à examiner la signification des groupes de grappes à l'intérieur d'une même analyse. Tous ces tests permettent l'évaluation statistique de ce qui étaient auparavant des jugements subjectifs.

Une approche statistique semblable est en voie d'être adoptée dans le domaine de la systématique, qui est le fondement nécessaire de tous les travaux écologiques décrits plus haut. M. Nemeč a participé à une comparaison détaillée et unique en son genre des techniques traditionnelles et récentes pour la classification des espèces. Les techniques de cladistique moderne constituaient également le thème central d'une thèse de doctorat récemment terminée par M. K.A. Coates; la thèse, qui sera présentée à l'Université de Victoria, a été préparée sous la supervision de M. Brinkhurst. Par ailleurs, le personnel a apporté son aide à d'autres chercheurs, surtout des États-Unis, du Mexique et de l'Australie, pour identifier, ou confirmer l'identité, de spécimens d'oligochètes aquatiques. (*Responsable : R. Brinkhurst.*)

Mécanismes du recrutement

La Section a été créée en 1986 pour étudier les processus du recrutement dans les écosystèmes d'eau salée et d'eau douce. En effet, il est nécessaire de mieux comprendre les causes de la variation de l'effectif des classes d'âge (recrutement) des poissons, mollusques et crustacés importants du point de vue économique si l'on veut pouvoir améliorer la précision des évaluations des stocks et, par conséquent, du nombre de poissons exploitables. Les objectifs de recherche de la Section sont les suivants : étudier les processus annuels du recrutement et de la reproduction

du saumon, du hareng et du poisson de fond; déterminer les effets sur les processus du recrutement des modifications annuelles et à long terme du climat en eau douce et en eau salée; et déterminer comment les interactions interspécifiques que sont la prédation et la compétition influent sur les tendances du recrutement.

Les programmes suivants, multidisciplinaires et à plus long terme, reflètent la nature de la recherche.

La Pérouse

Ce programme, commencé en 1985, vise à évaluer les effets de certains facteurs océanographiques sur les interactions entre les espèces de poisson dans les eaux côtières au sud-ouest de l'île de Vancouver. Le travail de recherche a nécessité la participation de spécialistes en océanographie physique et biologique de l'Institut des sciences de la mer et de biologistes de la Section des poissons de fond et de la Section des mécanismes du recrutement de la Direction des sciences biologiques. Les scientifiques ont concentré leurs efforts sur le hareng du Pacifique; ils ont cherché à déterminer l'impact des prédateurs du large et l'effet des facteurs biotiques et abiotiques sur la croissance sur cette espèce.

En 1986, et plus précisément en août, la recherche sur le terrain avait pour objectif d'étudier la répartition et l'alimentation du hareng, du merlu, de la morue charbonnière et de l'aiguillat commun. Un accent particulier a été placé sur les interactions hareng-merlu et sur les mouvements verticaux nyctéméraux et la périodicité de l'alimentation de ces deux espèces. Les résultats préliminaires indiquent que les régimes alimentaires du merlu et de l'aiguillat commun étaient différents de ceux de 1985, ce qui pourrait refléter des changements dans l'abondance du hareng d'âges 0, 1 et 2. L'étude des mouvements verticaux des espèces durant un cycle nyctéméral et du moment de l'activité alimentaire indique que le merlu et l'aiguillat commun s'alimentent le plus activement aux dépens du hareng lorsque les euphausiacés et le hareng se concentrent près de la surface une fois la nuit tombée. La composition de l'âge du hareng capturé au large a été utilisée pour prévoir le recrutement de poissons au stade pré-adulte par la population de reproducteurs de la baie Barkley au printemps de 1987; il s'est avéré que l'écart entre cette prévision et le recrutement observé était inférieur à 1%.

Des données accumulées depuis 56 ans sur la taille selon l'âge du hareng de la baie Barkley ont été examinées pour déterminer l'influence de divers facteurs sur la croissance de ce poisson. Une analyse de séries chronologiques a indiqué que la taille selon l'âge variait selon des cycles de 5 à 20 ans. Ces cycles pourraient être reliés aux événements d'oscillation méridionale El Nino et à la variation à long terme des conditions océaniques. On ignore si ces variations à long terme de la taille selon l'âge sont liées à des fluctuations de la biomasse du hareng. *Responsable : D. Ware.*

Survie du saumon en mer

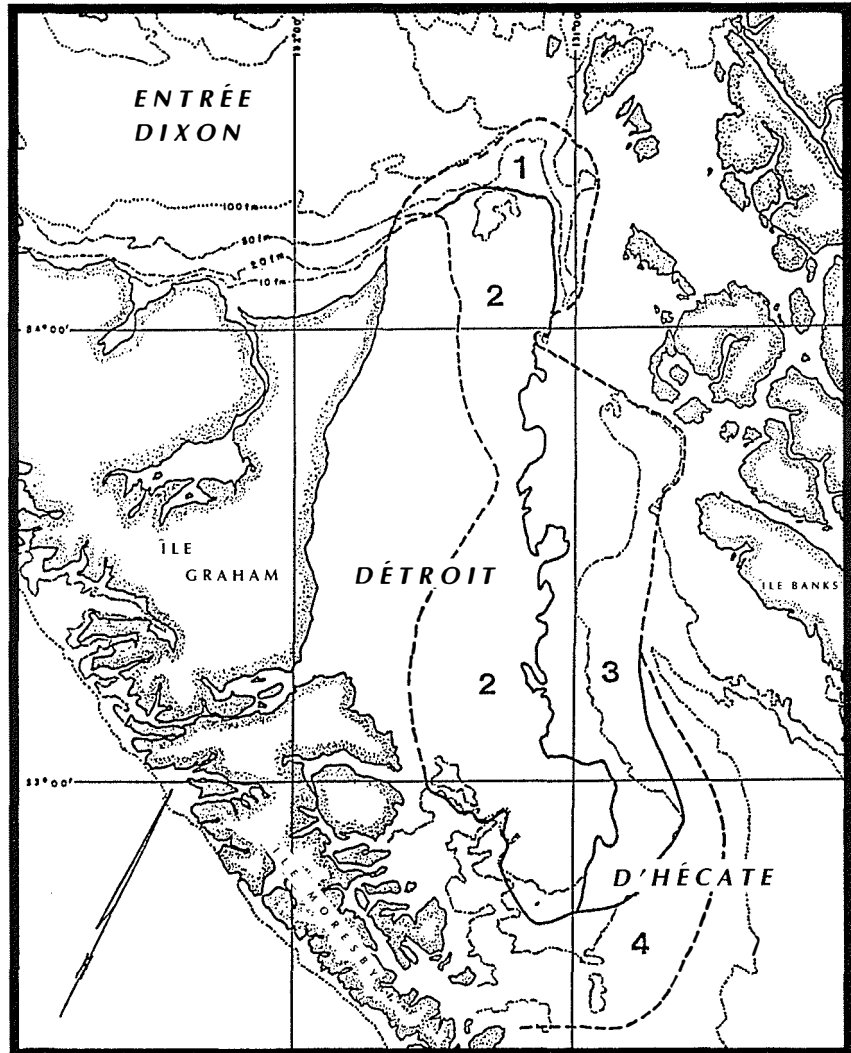
Ce programme a été lancé à la fin de 1986. L'objectif du programme est d'étudier l'effet des conditions océaniques sur la survie du saumon au cours des premiers mois de son séjour en mer. Comme le programme La Pérouse, le programme d'étude de la survie du saumon en mer est le fruit d'une collaboration entre les scientifiques de l'ISM, de la SBP et du Laboratoire de Vancouver-Ouest. L'effort de recherche sera concentré dans trois régions géographiques particulières où l'on croit que des événements importants de nature physique ou biologique surviennent. Dans la région du bras de mer Alberni-baie Barkley, de nombreux saumons nerka, coho et chinook entreprennent la première phase de leur vie en mer. C'est à cet endroit que l'on étudiera la migration, la dispersion, la survie et la croissance des jeunes saumons en fonction des processus de mélange et d'échange d'eau de la baie Barkley, des systèmes de production alimentaire locaux et de la répartition et de l'abondance des prédateurs. Une fois dans les eaux de la côte ouest de l'île de Vancouver, les saumons nerka juvéniles migrent en direction nord-ouest le long du plateau continental. Leur migration et leur survie seront étudiées en relation avec la force et l'intégrité du Courant côtier de l'île de Vancouver qui s'écoule vers le nord. Les jeunes saumons chinook et coho se regroupent, durant leur première année de vie en mer, dans la région des bancs de Swiftsure et d'Amphitrite au sud-ouest de l'île de Vancouver. La survie à court terme de ces espèces sera étudiée en fonction de la présence des tourbillons et des mécanismes de production alimentaire dans ces bancs, tandis que la survie à plus long terme des saumons chinook faisant partie de ces regroupements sera étudiée en fonction des conditions océaniques particulières qui règnent au printemps et en automne, qui sont des périodes de transition. *(Responsable : M.C. Healey.)*

Détroit d'Hécate

Ce programme, qui a débuté en 1984, a été conçu pour élaborer des approches multispécifiques, fondées sur des principes écologiques solides, à la gestion des pêcheries mixtes du détroit d'Hécate. Bien que la pêcherie du détroit d'Hécate soit considérée comme modeste à côté des grandes pêcheries mixtes à l'échelle mondiale, elle peut servir de modèle pour ces dernières qui ont l'inconvénient d'être plus difficiles à étudier. Le programme est constitué de 12 projets interreliés dont chacun s'intéresse à un aspect particulier du système de production dans la pêcherie du détroit.

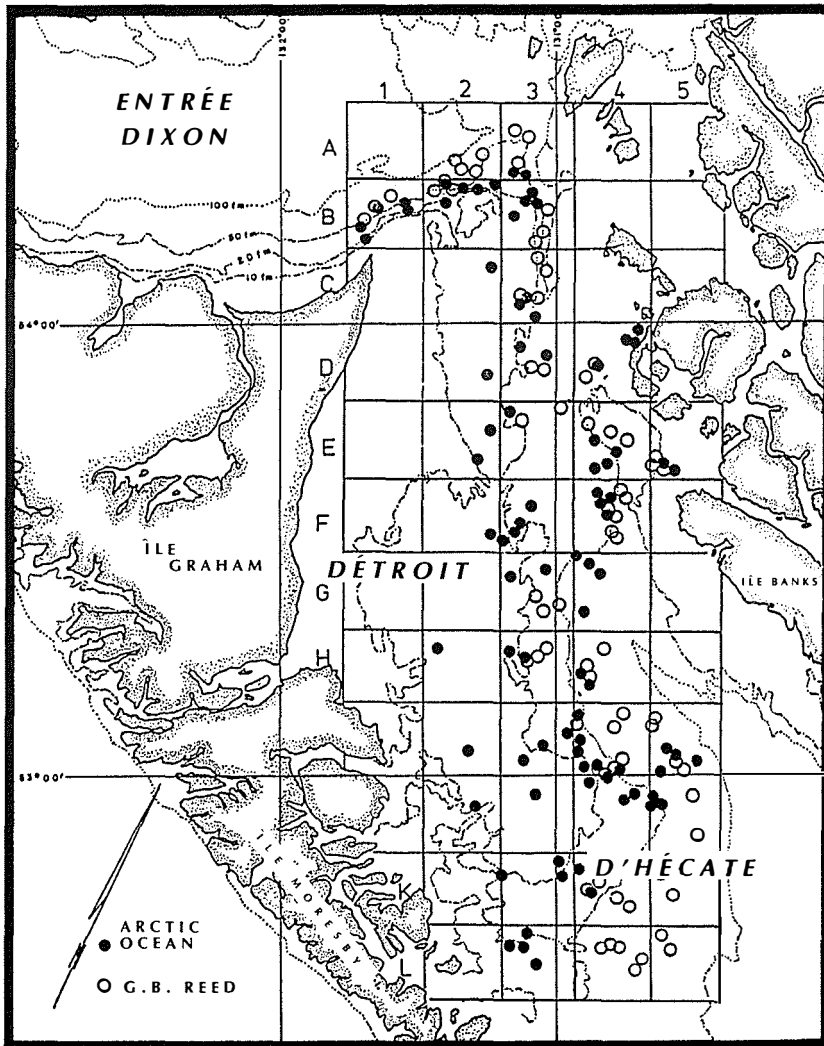
L'effort de recherche a comporté une campagne d'hiver (février) réalisée conjointement avec la Section des poissons de fond visant à définir le peuplement du détroit et deux campagnes d'été pour identifier les espèces de saumons juvéniles présentes et établir la répartition de la taille de ces derniers. La campagne d'hiver visant à définir le peuplement venait en compléter une autre qui avait été réalisée au début de l'été 1984.

L'analyse par des méthodes d'agglomération en grappes des données provenant des deux campagnes visant à étudier le peuplement a indiqué que quatre peuplements dominaient le détroit d'Hécate au début de l'été et en hiver. Bien que la ressemblance entre les peuplements d'été et d'hiver en ce qui concerne les frontières géographiques et les espèces en présence ait été frappante, on a pu observer une variation saisonnière de l'abondance relative des espèces à l'intérieur de ces peuplements. En hiver, la partie nord du détroit d'Hécate est dominée par la chimère et la

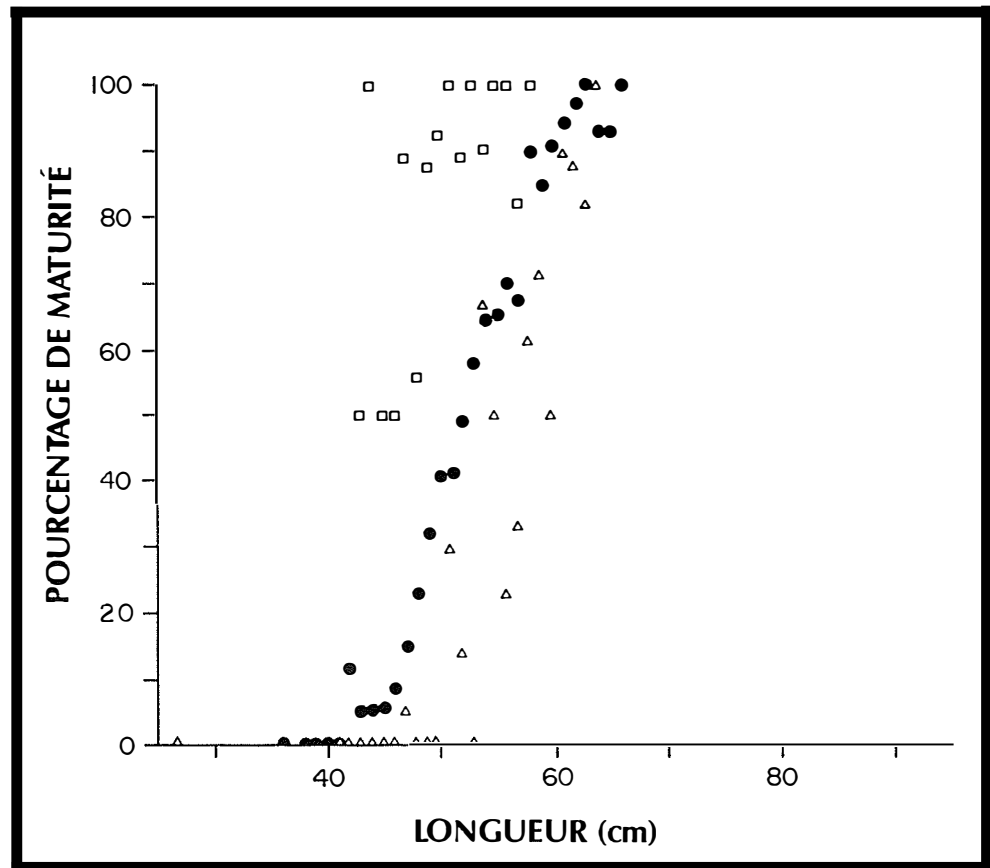


Zones de peuplement définies par analyse statistique de grappes; on a utilisé à cette fin l'abondance de la biomasse de poissons (en pourcentage) déterminée par les campagnes de recherche de l'ARCTIC OCEAN et du G.B. REED entre le 24 mai et le 17 juin 1984, dans les endroits indiqués sur la carte présentée à la page suivante.

raie, tandis que l'été le plie à grande bouche leur succède, suivie de la sole et de l'aiguillat commun. Dans la partie sud du détroit d'Hécate, l'aiguillat commun domine en hiver, du fait de la migration saisonnière de cette espèce dans cette région, mais l'été, les scorpiènes prennent la relève. Il semble que le détroit comporte quatre peuplements géographiques distincts qui présentent une certaine variabilité saisonnière attribuable à la translocation de quelques espèces. En général, la distribution selon la profondeur et la région du peuplement demeurent stables d'une saison à l'autre dans le cas des principales espèces commerciales, à savoir la sole anglaise, la sole du Pacifique et la morue du Pacifique.



Sites d'échantillonnage par chalutage au cours des campagnes de recherche de l'ARCTIC OCEAN et du G.B. REED entre le 24 mai et le 17 juin 1984.



Dans le détroit d'Hécate, la longueur à laquelle 50% des morues du Pacifique femelles atteignent la maturité augmente progressivement au fur et à mesure que les sites d'échantillonnage sont déplacés vers le nord.

Après une analyse préliminaire, quatre sites, représentant chacun une unité de peuplement d'espèces, ont été choisis pour faire l'objet d'un échantillonnage poussé portant sur le contenu stomacal des poissons, la couche superficielle de sédiments, le benthos et l'épibenthos au cours de la campagne de février. Plus de 1300 estomacs de poissons appartenant à 23 espèces différentes ont été prélevés. L'analyse en laboratoire de plusieurs milliers d'estomacs de poissons prélevés au cours de campagnes antérieures (juin et septembre 1985 et janvier 1986) a été réalisée à la SBP, tandis que les échantillons de sédiments et de benthos ont été analysés à l'ISM. Une base de données informatisée a été créée pour ces données et l'analyse est en cours. (Responsable : A.V. Tyler.)

On accorde une attention particulière à la morue du Pacifique du fait que cette espèce fait également l'objet de travaux dans le cadre du programme La Pérouse. L'analyse de laboratoire a comporté la création d'une nouvelle base de données pour

étudier les fluctuations de l'effectif des classes d'âge dans la région des îles de la Reine-Charlotte. La base de données facilitera les analyses statistiques portant sur les effets de la température ambiante, du transport des masses d'eau, de la taille du stock de reproduction et de la disponibilité du hareng comme proie sur l'effectif des classes d'âge. De plus, une étude de trois ans sur le cycle de maturation de la morue du Pacifique fréquentant le détroit d'Hécate et le banc de La Pérouse a été entreprise. Une campagne a été effectuée dans le détroit d'Hécate en novembre pour prélever des échantillons de gonades devant servir à un examen histologique et à des études de fertilité. Ces échantillons, auxquels s'ajouteront des échantillons prélevés au cours des campagnes à venir, permettront de confirmer ou d'infirmer l'observation fondée sur l'échantillonnage des prises commerciales voulant que la taille à une maturité de 50% augmente considérablement selon un gradient nord-sud dans le détroit d'Hécate. (*Responsable : A.V. Tyler.*)

Des hypothèses sur les voies de migration et le déroulement chronologique de la migration du saumon juvénile le long de la côte ont été explorées à partir d'un modèle. Les prévisions faites à l'aide du modèle ont été vérifiées en juillet et en août au moyen de relevés à la senne coulissante. Les données sur la taille et l'espèce des saumons juvéniles capturés indiquent que la plupart des juvéniles provenaient de régions de production situées au sud du détroit d'Hécate et que ces derniers empruntaient le détroit au cours de leur migration vers le nord. (*Responsable : M.C. Healey.*)

Lacs du Fraser

Les objectifs de ce programme sont de mesurer le recrutement, d'étudier les facteurs limitant la production et de trouver des méthodes pour maintenir ou accroître la production de saumon nerka dans les lacs du fleuve Fraser. Ce travail de recherche coordonnée met l'accent sur les interactions entre les niveaux trophiques et sur les effets des caractéristiques physiques et chimiques des lacs sur la production. En 1986, l'effort de recherche s'est concentré surtout sur les lacs Adams, Chilko et Quesnel, et, dans une moindre mesure, sur le lac Harrison.

L'étude préliminaire des propriétés physiques, chimiques et biologiques du lac Adams semble indiquer que ce lac serait d'un excellent candidat pour la fertilisation et que cette mesure devrait être envisagée sérieusement lorsque la réimplantation du saumon nerka dans le lac Adams aura progressé suffisamment. Des données prélevées sur une période de trois ans indiquent que la productivité du lac Chilko pourrait être accrue par la fertilisation, mesure qui pourrait avoir des effets favorables sur la production de saumons nerka. Un relevé par méthode hydro-acoustique et chalutage réalisé en août a indiqué que la répartition des alevins de saumon nerka dans le lac était assez hétérogène. Une étude plus poussée de la répartition et de la croissance des alevins est envisagée. Étant donné l'échappée presque record de saumons nerka adultes dans le lac Quesnel en 1985, les études de 1986 ont été conçues pour déterminer les effets des densités élevées d'alevins sur

tous les niveaux trophiques. Ces études seront répétées en 1987, année où les densités d'alevins de saumons nerka devraient être faibles. La détermination de la capacité d'accueil du lac Quesnel est essentielle pour les futurs projets de mise en valeur, qui peuvent comprendre la création de frayères artificielles et la fertilisation. *(Responsable : K. Shortreed.)*

Enrichissement des lacs — Réseau trophique

La fertilisation des lacs est devenue la principale méthode utilisée pour accroître la production de saumons nerka en Colombie-Britannique. Les objectifs de la recherche sont de déterminer les meilleures conditions pour la fertilisation des lacs candidats, de surveiller la qualité de l'eau et les réponses du plancton à l'addition d'engrais et de déterminer les mécanismes de transfert d'énergie dans le réseau trophique depuis les producteurs primaires jusqu'aux alevins de saumon nerka. En 1986, onze lacs d'alevinage du saumon sockeye ont été traités chaque semaine, de mai à septembre, avec des engrais contenant de l'azote et du phosphore.

Les lacs traités sont situés sur l'île de Vancouver (Grand Lac Central, Sproat, Kennedy, Henderson, Nimpkish), dans les parties centrales et septentrionales de la côte (Long, Bonilla, Curtis, Devon) et dans la partie intérieure septentrionale (Morice, Tahltan). Les recherches limnologiques intensives sur les lacs fertilisés ont été limitées aux lacs Nimpkish et Sproat. De ces lacs, le lac Sproat est unique du fait qu'il comporte quatre bassins distincts et que la concentration de la chlorophylle dans l'hypolimnion est maximale. Néanmoins, il semble répondre favorablement à l'application d'engrais dans l'épilimnion. Une légère diminution de la clarté de l'eau attribuable à une production accrue de phytoplancton a fini par alerter l'opinion publique. Par conséquent, l'application d'engrais dans ce lac à vocation récréative et très fréquenté a cessé au début de juillet.

La recherche sur le réseau trophique dans les lacs d'alevinage du saumon nerka est fondée sur l'hypothèse que la croissance du saumon nerka et la capacité d'accueil des lacs dépendent des réseaux trophiques des lacs en question, qui peuvent accroître ou limiter l'efficacité de la fertilisation comme outil de mise en valeur du saumon nerka. En 1986, la recherche a porté sur les taux d'utilisation de la production phytoplanctonique par le zooplancton et, sur les taux de renouvellement en fonction de la taille et des taux de broutage des particules dans un lac côtier et dans un lac de l'intérieur. Ces lacs, représentatifs de leur région géographique respective, diffèrent quant à leurs communautés zooplanctoniques et à leur capacité d'accueil du saumon nerka juvénile. Une analyse préliminaire indique que la communauté zooplanctonique du lac de l'intérieur est capable de transformer la production primaire en nourriture de haute qualité pour le saumon nerka plus rapidement et plus efficacement que celle du lac côtier. *(Responsable : E. MacIsaac.)*

Santé du poisson et parasitologie

Cette section a pour mission de faire de la recherche sur tous les aspects de la maladie (diagnostic, prévention et lutte) touchant les poissons, les mollusques et les crustacés, surtout dans les installations aquacoles et piscicoles. Elle doit fournir des services de diagnostic et de consultation sur les maladies des poissons, des mollusques et des crustacés et fournir des conseils sur les mesures préventives et les mesures de lutte. Elle doit aussi étudier les parasites des poissons, d'une part pour réduire le plus possible les pertes économiques découlant de leur présence, qu'il s'agisse de leurs effets sur la santé du poisson ou sur l'acceptabilité des produits de la pêche pour le consommateur, et, d'autre part, pour permettre l'utilisation des parasites comme indicateurs biologiques naturels pour l'identification des stocks de poissons. (*Responsable : L. Margolis.*)

Recherche sur la santé du poisson

Des travaux antérieurs ont indiqué que les vaccins antifuronculose administrés par immersion confèrent une protection faible mais mesurable contre cette maladie bactérienne répandue chez le saumon d'élevage. Dix adjuvants (ou immunomodulateurs) ont été testés par injection pour vérifier s'ils étaient en mesure d'accroître la résistance à la furunculose. Au moins trois de ces produits semblent prometteurs. (*Responsable : T. Evelyn.*)

Des études ont été réalisées pour mettre au point des techniques visant à prévenir la transmission par l'intermédiaire des oeufs de *Renibacterium salmoninarum*, agent étiologique de la maladie rénale bactérienne (MRB), considérée comme l'un des principaux obstacles à la croissance de la salmoniculture en Colombie-Britannique. Des travaux préliminaires ont indiqué que l'injection de l'antibiotique érythromycine (20 mg/kg) aux poissons reproducteurs 30 à 56 jours avant le frai avait pour effet de maintenir dans les oeufs une concentration efficace d'antibiotique non lixiviable. Des tests récents ont révélé que l'antibiotique pouvait être efficace même s'il était injecté 13 jours seulement avant le frai. On a également testé le traitement direct des oeufs à l'érythromycine, mais les résultats obtenus sont moins prometteurs que ceux de la méthode indirecte. (*Responsable : T. Evelyn.*)

Il est courant dans l'industrie de traiter les poissons avec des antibiotiques au moment de la vaccination contre la vibriose. Cette pratique a été étudiée pour déterminer si elle avait des effets sur l'efficacité vaccinale. Le traitement avec l'antibiotique terramycine, administré par injection ou par voie orale (alimentation), provoque une réduction légère, mais mesurable, de la réponse anticorps des pois-

sons. Par contre, deux autres antibiotiques testés (érythromycine et acide oxolinique) n'ont pas provoqué d'immunosuppression. (*Responsable : T. Evelyn.*)

Les travaux de recherche sur l'infection de saumons nerka appartenant à 5 stocks du bassin de la rivière Babine par le virus de la nécrose hématopoïétique infectieuse (NHI) ont révélé que la prévalence du virus était plus élevée chez les reproducteurs en fin de remonte que chez les reproducteurs en début de remonte. La prévalence chez les reproducteurs en fin de remonte variait de 60 à 82%. On a surveillé la mortalité attribuable au virus de la NHI chez des alevins quittant des frayères artificielles et une frayère naturelle après une brève période de retenue de quatre jours. Dans le cas des deux frayères artificielles, la mortalité des alevins a varié de 15 à 70% et de 8 à 24% respectivement, tandis que dans la frayère naturelle, la mortalité n'était que de 1 à 6%. La densité élevée des alevins dans les frayères artificielles pourrait expliquer la mortalité plus élevée attribuable au virus de la NHI. (*Responsable : T. Evelyn.*)



Vaccination du saumon du Pacifique par injection.

Des expériences réalisées à la pisciculture de la rivière Chehalis pour déterminer les causes de la mortalité exceptionnellement élevée observée chez des alevins de saumon chinook ont indiqué que la mortalité était presque certainement attribuable à un agent infectieux, bien que l'agent en question n'ait pas encore été identifié. Les expériences ont indiqué que l'on pouvait prévenir cette maladie en traitant l'eau alimentant les frayères artificielles par la lumière ultraviolette. (*Responsable : T. Evelyn.*)

Activités de lutte contre la maladie chez les poissons

Les installations relevant du Programme de mise en valeur des salmonidés et l'industrie de la salmoniculture ont pu profiter de certaines activités liées au diagnostic de la maladie et à la lutte contre cette dernière.

Le Service de diagnostic a aidé les salmoniculteurs à mettre au point un programme de dépistage de la maladie rénale bactérienne dans le stock de reproduction. L'objectif était de briser la chaîne de transmission (verticale) de la bactérie responsable, mais la détection du microorganisme chez les adultes légèrement infectés s'est révélée plus difficile que prévue. (*Responsable : G. Hoskins.*)

En l'absence de vaccins et de médicaments efficaces contre la maladie rénale bactérienne, le choix des techniques de gestion appliquées à la pisciculture et à l'élevage devient capital. Pour venir en aide aux salmoniculteurs, des réunions ont eu lieu sur place pour discuter de certaines modifications à apporter à ces techniques. (*Responsable : G. Hoskins.*)

La croissance rapide de l'aquaculture a créé une demande pour des techniciens formés et compétents dans ce domaine. Le ministère des Pêches et Océans a apporté son concours en fournissant une formation dans les domaines de la prévention des maladies et des méthodes de lutte. La formation a été dispensée sous forme de séances de laboratoire, qui ont été données à la Station biologique du Pacifique, et de séminaires, qui ont eu lieu sur place. (*Responsable : G. Hoskins.*)

Un certain nombre de piscicultures de truites ont été certifiées pour l'exportation du poisson en vertu du Règlement canadien sur la protection de la santé des poissons.

Pour prévenir l'introduction de maladies exotiques en Colombie-Britannique, des installations et des techniques ont été conçues pour la mise en quarantaine des oeufs de saumon atlantique importés d'Écosse par les salmoniculteurs commerciaux. Le poisson en quarantaine a été soumis à un examen minutieux pour déceler la présence d'agents infectieux. Aucune maladie exotique n'a été observée chez les poissons importés qui, durant la quarantaine, se sont révélés en excellente santé. Cependant, après leur libération et leur introduction subséquente dans l'eau de mer, quelques groupes de saumons ont contracté la maladie rénale bactérienne. (*Responsable : G. Hoskins.*)

Des lignes directrices et des politiques ont été élaborées pour réduire les risques de transmission des maladies entre les piscifactures commerciales et les installations relevant du Programme de mise en valeur des salmonidés, pour limiter l'introduction d'agents exotiques pathogènes pour les poissons en Colombie-Britannique et pour réduire la propagation des maladies sur le territoire de la Colombie-Britannique. (*Responsable : G. Hoskins*)

Bien qu'en général on ait réussi à éviter les hécatombes dans les piscifactures relevant du Programme de mise en valeur des salmonidés grâce à l'application de mesures de lutte contre la maladie et à l'application de bonnes pratiques de gestion, on a enregistré quelques exceptions. Une bactérie d'eau chaude, *Edwardsiella tarda*, qui cause des pertes chez la barbotte des rapides cultivée, a été isolée pour la première fois chez des alevins coho malades et moribonds dans une piscifacture. La présence de cette bactérie dénote certaines carences en ce qui concerne la qualité et la température de l'eau dans la piscifacture. Un microorganisme courant dans l'eau et les eaux d'égout, *Pseudomonas putrefaciens*, a causé des pertes importantes chez des saumons chinook cultivés dans une autre piscifacture. La contamination de l'eau d'approvisionnement des installations pourrait être la cause du problème. (*Responsable : G. Hoskins.*)

Maladies des mollusques et crustacés

L'étude des maladies des mollusques et crustacés représente un nouveau secteur d'activité pour les chercheurs de la SBP. Ces derniers ont étudié entre autres l'éternel problème de la mortalité estivale chez les moules. Bien qu'on ait fréquemment observé un état néoplasique, on ne croit pas que cet état soit la cause de la mortalité enregistrée chez les moules. De plus, une technique d'immunofluorescence a été mise au point pour détecter les stades précoces de la maladie paralysante des halotides cultivées; cette technique pourrait nous permettre d'intervenir à temps pour prévenir la mort de ces coquillages. Des relevés de clams et d'huitres ont été réalisés pour créer une base de données sur les parasites et les maladies qui affectent ces coquillages. (*Responsable : S. Bower.*)

Parasitologie

En 1986-1987, les principaux résultats obtenus découlent de trois projets différents.

On a démontré que des différences touchant la présence d'un copépode parasite appelé *Neobrachiella* permettaient de différencier les stocks de sébastes à longue mâchoire. Ces résultats sont particulièrement importants du fait que les méthodes

habituelles de marquage ne sont pas utilisables chez ce poisson d'eau profonde. (Responsable : Z. Kabata.)

Des différences quant à la présence des parasites ont révélé que les populations de morue charbonnière vivant à proximité des monts sous-marins sont différentes des stocks qui vivent sur le plateau continental, ce qui permet une gestion distincte de ces stocks. (Responsable : Z. Kabata.)

On a pu établir que le protozoaire parasite *Ceratomyxa shasta* n'était pas une cause importante de mortalité chez les saumons chinook juvéniles du fleuve Fraser migrant vers la mer. Seulement 3% des migrants échantillonnés dans le cours inférieur du fleuve et dans son estuaire, entre la mi-mars et la fin juillet, étaient infectés, aucune infection n'ayant été décelée avant le début de juin. (Responsable : L. Margolis.)

Pisciculture

La section a entrepris des travaux dans une grande variété de disciplines reliées à l'aquaculture commerciale et à la mise en valeur des ressources. Parmi les domaines de recherche figurent la nutrition, la reproduction contrôlée, la biotechnologie, la génétique, la smoltification, les influences du milieu sur la croissance et le développement et les effets de la qualité de l'eau sur l'incubation. En 1986-1987, la section a été désignée comme Centre d'expertise scientifique en biotechnologie et en génétique.

Au cours de l'année, les demandes de renseignements en provenance de l'industrie de la mariculture, industrie qui est en pleine expansion en Colombie-Britannique, n'ont cessé d'augmenter. Outre les demandes d'information générale, la section a dû fournir des renseignements très détaillés et des conseils sur l'implantation de technologies très spécifiques dans les systèmes de production. Le personnel de la section a également fourni des données et des conseils dans l'affaire de la rivière Nechako. (Responsable : E.M. Donaldson.)

Nutrition

Une étude réalisée à la piscifaculture de la rivière Puntledge a révélé que le régime sec expérimental West Van P-10 administré à des saumons chinook et kéta juvéniles permet une croissance égale ou supérieure au régime semi-humide traditionnel fait de granulés humides Oregon. Une expérience réalisée avec la morue charbonnière

Juvenile a indiqué que les régimes alimentaires à base de produits d'ensilage offraient des possibilités excellentes pour la culture de ce nouveau candidat à l'exploitation maricole. Une autre étude a démontré un effet très net de l'oxydation des lipides alimentaires sur le rendement du saumon coho juvénile. M. Bob Roy a terminé une étude qui a mis en évidence les effets importants de la composition en acide gras des lipides alimentaires sur le rendement du stock reproducteur de saumons chinook. Une autre expérience a révélé que le régime alimentaire West Van P-10 permet la croissance de saumon coho précoces, en eau douce et en eau salée, d'une manière au moins aussi efficace que le régime semi-humide Biodiet.

Le premier atelier sur la nutrition des poissons et la mariculture de la Colombie-Britannique a été organisé; des salmoniculteurs, des fabricants d'aliments pour poissons, des représentants de l'industrie de la pêche de la Colombie-Britannique et des chercheurs des secteurs public et privé ont participé à cet atelier.
(Responsable : D.A. Higgs.)

Reproduction contrôlée

Le travail sur la mise au point d'une méthode de régulation du sexe des saumons s'est poursuivi. Une expérience réalisée à la piscifaculture du ruisseau Rosewall a indiqué qu'il était possible de stériliser le saumon chinook par un traitement à la méthyltestostérone. Un certificat d'étude expérimentale a été obtenu du ministère de la Santé nationale et du Bien-être social pour effectuer des essais pilotes au moyen de cette méthode de stérilisation dans les installations de mariculture commerciales. Dix-sept établissements ont participé à ces études au cours du cycle de production actuel. Une analyse réalisée chez des saumons coho stériles et normaux au moment de la récolte a indiqué que la concentration des hormones stéroïdes sexuelles chez les poissons stériles était environ 300 fois plus faible que la normale. Ces données seront utilisées pour l'homologation de la méthode pour la stérilisation hormonale.

De la laitance de saumon chinook femelle a été fournie à des établissements salmonicoles commerciaux pour la production d'une progéniture uniquement femelle. Cette technique permet à l'industrie d'éliminer le problème de la maturation précoce du saumon mâle. La mise au point de la laitance femelle pour le saumon coho se poursuit.

Des expériences réalisées en collaboration avec les responsables du Programme de culture de la morue charbonnière ont donné des résultats intéressants : pour la première fois on a réussi à induire chez la morue charbonnière une ovulation qui a donné des oeufs viables. Il s'agit d'une étape très importante dans l'élaboration d'une méthode de culture pour cette espèce. On trouvera d'autres détails sur ce programme dans la section du présent rapport portant sur le poisson de fond. Une pêche expérimentale a été pratiquée sur la côte ouest de l'île de Vancouver pour évaluer l'état du saumon keta partiellement stérilisé.

Une aide a été apportée aux piscifacures des rivières Chilliwack et Kitimat pour provoquer le frai chez des truites arc-en-ciel et des saumons chinook. (Responsable : I. Solar.)

Génétique du saumon

Une évaluation génétique de quatre souches de saumons coho a été terminée; les résultats obtenus indiquent d'une manière convaincante que certains traits importants du point de vue commercial font l'objet d'une variation génétique intra- et inter-souches importante. En effet, le poids des juvéniles, le poids des adultes, le degré de précocité (maturation) et la couleur de la chair présentent tous une variation intra- ou inter-souches. Ainsi, le choix judicieux d'une ou de plusieurs souches sauvages, combiné à un programme de reproduction sélectif, pourrait donner naissance à un stock reproducteur de saumons coho domestiqués présentant des caractéristiques de rendement supérieures dans les conditions propres aux bassins d'élevage.

Dans le cadre du projet expérimental de sélection en fonction de la taille entrepris à la piscifacure de la rivière Quinsam, on a capturé de saumons adultes ayant participé à la remonte et on a procédé à des croisements de seconde génération comportant des lignées choisies et des lignées témoins.

Des expériences de laboratoire sur la compétition entre les spermatozoïdes ont révélé que tous les mâles dont la laitance avait été recueillie pour former un échantillon de laitance regroupé ne participaient de manière égale à la fécondation. Ainsi, la pratique couramment utilisée dans les piscifacures consistant à regrouper la laitance de plusieurs individus pourrait réduire la variation génétique d'une manière beaucoup plus importante qu'on ne l'avait d'abord cru.

Une étude du syndrome de mortalité des alevins à la piscifacure de la rivière Chehalis a révélé qu'un facteur génétique intervenait dans ce syndrome. (Responsable : R. Withler.)

Comparaison des souches dans les stocks de reproduction de saumon chinook

L'étude a débuté en 1985 par la remise de familles marquées de tacons de saumons chinook à quatre piscifacures commerciales et à la piscifacure de la SBP. En 1986-1987, l'échantillonnage a indiqué que la croissance et la survie ont varié considérablement d'un stock à l'autre et d'un lieu d'élevage à l'autre. L'efficacité de

la conversion alimentaire a elle aussi varié considérablement en fonction du lieu et du stock. L'incidence de jeunes saumons mâles précoces (âgés de deux ans) a varié par un facteur de trois selon les lieux d'élevage et par un facteur de douze selon le stock d'origine. Globalement, le rendement au chapitre de la croissance a été meilleur que dans les expériences antérieures du fait que l'on a utilisé un régime alimentaire amélioré. (Responsable : H. Kreiberg.)

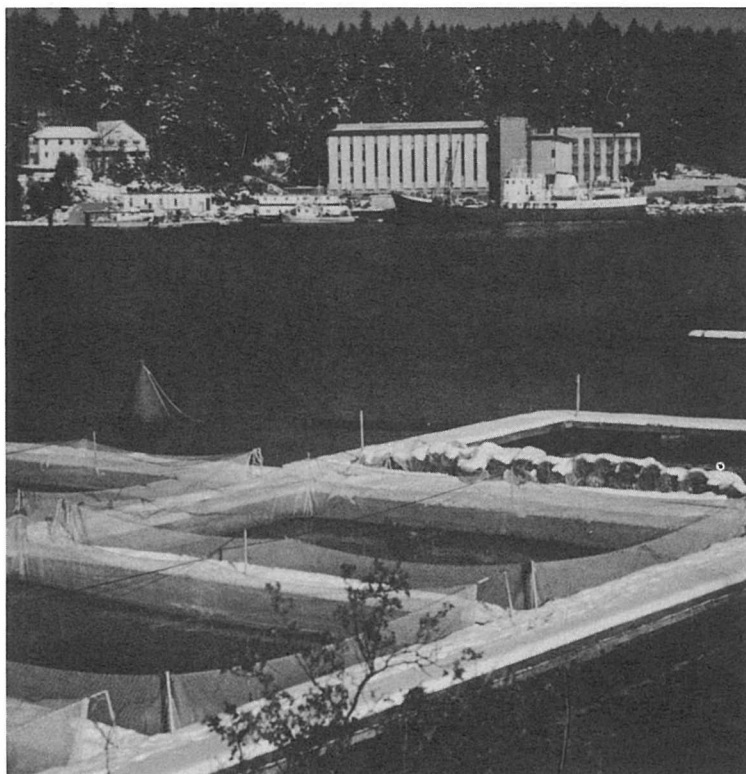


Saumon chinook de la rivière Kalum de trois kilogrammes après deux ans de culture dans des bassins en mer.

Mariculture appliqué aux saumonidés

Des expériences de laboratoire ont indiqué qu'il était possible d'utiliser des durées d'éclairage courtes et constantes pendant deux mois à partir du moment de la première alimentation pour accélérer la smoltification du saumon coho et du saumon chinook de rivière. Des tacons de saumon atlantique ont été placés dans des bassins d'élevage pour évaluer le rendement de ce nouveau candidat à la mariculture. Les résultats de la première année d'expérience indiquent que le saumon atlantique est beaucoup plus sensible aux pullulements de la diatomée *Chaetoceros convolutus* que ne le sont les saumons coho et chinook, ce qui peut

limiter considérablement le nombre de sites où l'on peut pratiquer l'élevage du saumon atlantique. Des expériences à l'échelle pilote ont indiqué que des cohos triploïdes et stérilisés par administration d'hormones ont des taux de croissance comparables à ceux du coho normal au cours des 12 premiers mois de leur vie en mer. Des expériences réalisées avec des tacons de saumon chinook ont révélé qu'une sédation légère et de l'eau saumâtre favorisaient la survie durant le transport. Un atelier à l'intention des salmoniculteurs sur les stratégies d'élevage du saumon coho a eu lieu. (*Responsable : C. Clarke.*)



Bassins d'élevage à la pisciculture de la SBP, baie Departure.

Biotechnologie

Les recherches sur la manipulation du jeu de chromosomes des salmonidés se sont poursuivies; on a évalué la croissance et la survie de saumons coho triploïdes dans des exploitations salmonicoles commerciales. On a procédé à des essais sur le

terrain d'un dispositif générateur d'ondes de chocs (pression) pour induire la triploïdie à l'échelle commerciale; le dispositif s'est révélé très efficace. La physiologie du système reproducteur de la truite arc-en-ciel et du saumon du Pacifique triploïdes a été comparée à celle de poissons diploïdes normaux; la comparaison a porté sur les taux de gonadotrophine, d'hormones stéroïdes sexuelles et de vitellogénine dans le plasma, sur le développement des gonades et sur les caractères sexuels secondaires. Les femelles triploïdes étaient complètement stériles tandis que les mâles triploïdes semblaient subir la maturation. On a produit, par manipulation hormonale, des saumons coho et chinook triploïdes entièrement femelles pour évaluer leurs possibilités comme poissons stériles pour l'aquaculture. De même, des saumons coho diploïdes gynogénétiques ont été masculinisés par l'administration d'hormones pour obtenir une laitance femelle. Une étude préliminaire d'hybridation triploïde à l'aide de saumons coho et nerka a été entreprise au laboratoire de Cultus Lake.

L'étude de l'accélération de la croissance par les hormones chez le saumon du Pacifique s'est poursuivie par des tests réalisés avec des peptides recombinants et des anticorps monoclonaux dirigés contre la somatostatine. Dans une étude préliminaire réalisée chez des saumons coho de l'année, l'anticorps monoclonal a donné des résultats intéressants. Un analogue récemment mis au point de la somatotrophine bovine recombinante a présenté une activité environ neuf fois plus grande que la somatotrophine bovine naturelle. Les taux d'absorption et d'élimination de la somatotrophine recombinante dans le plasma ont été mesurés chez des saumons coho; on a constaté que dans le cas des implants à libération lente, les résultats étaient beaucoup plus marqués que dans le cas de l'injection unique. La croissance du saumon chinook dans l'eau de mer était considérablement stimulée par l'administration continue de somatotrophine recombinante. L'effet de la température sur la réponse à l'injection de somatotrophine a été étudié chez le saumon atlantique juvénile. L'effet de la somatotrophine sur la croissance au cours du passage à l'eau salée a été étudié chez des saumons coho de différentes tailles. *(Responsable : E. Donaldson.)*

Incubation et qualité de l'eau

L'incubation des oeufs de morue charbonnière a été étudiée dans le cadre d'un projet collectif de plus grande envergure sur la culture de la morue charbonnière. On a procédé à différents tests sur le prélèvement, l'entreposage et le transport des oeufs et des spermatozoïdes, et sur les techniques de fécondation et d'incubation. Les résultats de ces tests ont été utilisés pour obtenir un rendement élevé du point de vue de la fécondation (85-90%) et du point de vue de la survie jusqu'à l'éclosion (24%). Pour arriver au taux actuel de survie, la manipulation des oeufs extrêmement fragiles doit se faire avec un très grand soin. De plus, un système d'incubation unique, faisant appel à des contenants cylindriques rotatifs, a été mis au point. Les essais se poursuivent pour améliorer davantage la survie des oeufs et des larves. *(Responsable : J. Jensen.)*

Les études sur le syndrome de mortalité des alevins à la pisciculture de la rivière Chehalis ont été terminées; on a pu montrer que l'addition de sels de sodium et de calcium dans l'eau pouvait améliorer la survie.

Des expériences préliminaires sur des incubateurs à air humide pour les oeufs de saumons coho ont fourni des renseignements qui seront utilisés pour la mise au point de l'appareillage nécessaire à la réalisation d'expériences de plus grande envergure, l'an prochain.

Un rapport d'experts sur l'effet de la pression des gaz totale a été présenté au Groupe de travail de Nechako. (*Responsable : J. Jensen.*)

Moment et taille

La récupération de truites arc-en-ciel marquées revenant dans le ruisseau Rosewall a indiqué que le moment optimal pour la libération des tacons se situe à la fin avril. Parmi les poissons d'ibermarins de retour, les poissons qui étaient plus gros au moment de la libération étaient plus nombreux. D'après une analyse préliminaire des données sur les poissons de retour, l'âge des parents n'a pas d'effet évident sur le pourcentage de retour ou l'âge à la maturité.

Des saumons chinook marqués qui avaient été libérés en 1982 et 1983 ont été récupérés à la pisciculture de la rivière Quinsam. Les résultats préliminaires indiquent que la libération de tacons de grande taille au début mai donne le pourcentage de retour le plus élevé. On s'attend à ce que la dernière remonte des poissons marqués au cours de ces expériences se fasse en 1988.

L'analyse des données provenant de trois expériences sur le moment de la libération et la taille à la libération réalisées chez des saumons coho de la pisciculture de la rivière Quinsam a été terminée. Les résultats obtenus pour les trois années sont très cohérents; le moment de la libération a eu un effet marqué sur le pourcentage de saumons adultes de retour, mais la taille des tacons au moment de la libération n'a eu qu'un effet très léger. (*Responsable : B. Morley.*)

Stress and histo-pathologie

Au cours d'expériences de laboratoire visant à déterminer si l'incorporation de la méthyltestostérone (10 ppm) dans le régime alimentaire pendant 12 semaines était efficace pour la stérilisation des cohos juvéniles, on a observé que tous les poissons traités, (mâles et femelles) étaient stérilisés, qu'il n'y avait pas de modifications histo-pathologiques dans le foie et les reins des poissons traités et que

l'épaississement marqué de la couche épithéliale de la peau chez les poissons traités (environ 300%) était réversible une fois le traitement hormonal terminé. (*Responsable : J.R. McBride.*)

Capacité de l'habitat

Les chercheurs de la section ont pour mission de déterminer la productivité (en poissons) des habitats d'eau douce, estuariens et marins dans le but d'améliorer la gestion des stocks et la gestion des habitats. Des données de recherche sont fournies sur l'impact de l'activité industrielle, y compris la foresterie, le transport, les effluents industriels, l'énergie hydroélectrique et l'agriculture, et sur la capacité de l'ensemble des habitats de la région en ce qui a trait à la production de poissons. Des projets de recherche visent à définir l'utilisation des habitats par les poissons et à déterminer la dépendance des stocks de poissons à l'égard de certains types spécifiques d'habitats.

Programme d'étude de la capacité du fleuve Fraser

Ce programme a pour objectif premier de nous aider à mieux comprendre comment les facteurs liés à l'habitat, y compris les activités de l'homme, influent sur la capacité de ce bassin hydrographique en ce qui a trait à la production de saumons. De ce bassin dépendent certains des stocks de saumons les plus importants de la région.

Les résultats des études écologiques réalisées dans le bassin secondaire de la rivière Nicola, un tributaire situé au sud, ont révélé que les habitats situés en dehors du chenal principal sont particulièrement importants pour l'élevage du coho. Les conditions d'englacement dans la rivière principale sont très rigoureuses en hiver et le saumon coho juvénile s'est adapté aux habitats alimentés par des eaux souterraines, comme les mares de castors. Les données obtenues indiquent maintenant que les mares jouent un rôle important l'été également. Les données de cette étude ont servi à concevoir un habitat pour le saumon coho dans le cadre d'un programme visant à remplacer un habitat qui a été compromis par la construction de la route de Coquihalla.

Des saumons chinook juvéniles ont également été trouvés dans des habitats à l'extérieur du chenal principal de la rivière, mais leur principal habitat d'hiver dans le cours principal du fleuve semble être les fonds caillouteux et, dans certains cas,

les substrats rocailloux. Les populations de saumons chinook hivernants ont été échantillonnées dans la rivière Nicola, la rivière Thompson, près de la confluence avec la rivière Nicola, et dans le cours principal du Fraser. On a constaté que les saumons chinook juvéniles migraient pendant la plus grande partie de l'année, ce qui indique qu'il y a des déplacements assez importants entre les habitats à des époques où l'on croyait ces poissons plutôt sédentaires. (Responsable : C. Levings.)

Les spécialistes de la question de l'écoulement des eaux ont fourni une aide précieuse au Groupe de travail du ministère des Pêches et Océans chargé de défendre les intérêts du Ministère dans l'affaire de la rivière Nechako impliquant la société Alcan. Plus de 5000 pages de documentation ont été révisées, des rapports complets et détaillés ont été préparés par des experts et des conseils ont été dispensés au personnel du ministère de la Justice. De plus, plusieurs contrats d'importance traitant de l'hydrologie de la rivière Nechako ont été supervisés. À la fin de l'été, des relevés ont été effectués sur une distance de plus de 25 km le long de la rivière pour déterminer les préférences du saumon chinook juvénile quant aux microhabitats. (Responsable : C. Shirvell.)

Les recherches dans le domaine de la pollution et de la toxicologie ont porté sur l'évaluation des effets sublétaux des contaminants dans le fleuve Fraser et sur la bioaccumulation possible de ces contaminants. En mai, une étude sur le terrain a été entreprise pour étudier l'absorption de contaminants organiques par le poisson-chandelle au cours de sa migration qui l'amène à traverser l'estuaire pour remonter la rivière. Une analyse préliminaire des données révèle qu'il y a effectivement absorption de contaminants organiques durant la migration. Les poissons capturés en amont contenaient des concentrations de contaminants plus élevées que les poissons capturés à l'embouchure de la rivière. Ces poissons anadromes sont considérés comme de bons candidats pour la surveillance biologique des contaminants organiques parce qu'ils ont une teneur en lipide qui est élevée. Les études de laboratoire ont été axées sur le perfectionnement du simulateur de colonne d'eau du laboratoire de Vancouver-Ouest. Le simulateur fournit une reproduction de la stratification verticale de la température, de la salinité et de l'oxygène dissous, ce qui permet de faire des observations sur le comportement du saumon juvénile dans une variété de conditions qui caractérisent leur habitat, y compris les conditions que l'on retrouve dans les estuaires pollués. Lorsqu'on simule les conditions qui régissent dans les estuaires, on constate que le saumon chinook juvénile évite constamment les concentrations d'oxygène dissous égales ou inférieures à environ 7 mg.L⁻¹ dans les eaux douces de surface en se retirant dans les eaux salées plus profondes. Les incursions passagères de ces poissons dans les eaux de surface contenant des concentrations létales ou infra-optimales d'oxygène dissous indiquent que les habitats dégradés seront quand même utilisés à cause de certains comportements innés. Parmi les nouveaux développements, il faut signaler l'acquisition du matériel d'analyse des images pour faciliter la détermination quantitative de la position des poissons dans le simulateur de colonne d'eau et l'installation d'un meilleur système de contrôle de la température pour permettre une utilisation à l'année longue. (Responsable : I. Birtwell.)

Une étude a été réalisée pour documenter la bioaccumulation des chlorophénols chez le saumon rose (*Oncorhynchus gorbuscha*), du stade de l'oeuf jusqu'au stade d'alevin. L'étude a comporté l'exposition de saumons roses, du stade de l'oeuf

jusqu'au stade de l'alevin, à des quantités sublétales de Woodbrite dans de l'eau du fleuve Fraser au laboratoire de Cultus Lake. Des alevins de saumons roses émergents sauvages ont été capturés pour analyse des chlorophénols dans des frayères naturelles du fleuve Fraser, près de Chilliwack, dans des tributaires du Fraser et dans la rivière Thompson. Les résultats ont indiqué que la bioaccumulation des chlorophénols après exposition à long terme avait lieu aussi bien dans le laboratoire que dans le milieu naturel. Les tests de laboratoire ont fourni certaines indications que les chlorophénols ont un effet négatif sur les réserves énergétiques du saumon rose.

Le fleuve Fraser et certains de ses tributaires contiennent des charges de sédiments en suspension qui varient. Pour aider les gestionnaires à mieux comprendre les effets des différents types et des différentes concentrations de sédiments en suspension, des études ont été entreprises en 1983 au laboratoire de Cultus Lake. Ces études ont révélé que la létalité pour le saumon nerka juvénile des sédiments en suspension dans le Fraser était fonction de la taille des particules, que la capacité hypo-osmorégulatoire des tacons diminuait légèrement après exposition à une concentration presque létale de sédiments en suspension et que les taux de glucose plasmatique chez les saumons nerka adultes augmentaient de manière importante après exposition à des concentrations de sédiments en suspension qui ont été observées dans le fleuve Fraser durant les migrations de frai.

Plus récemment, des tests ont révélé que la CL50-96h des sédiments en suspension du fleuve Fraser pour le saumon coho (*O. kisutch*) et le saumon kéta (*O. tshawytscha*) dépendait de la température; la CL50-96h augmente graduellement au fur et à mesure que la température baisse de 18 à 6 °C. Les données indiquent également que le saumon coho juvénile évite les endroits où la concentration des sédiments en suspension est supérieure à une gamme de 140 à 16 000 mg.L⁻¹. L'analyse au microscope électronique a révélé que les particules de sédiments en suspension étaient phagocytées par les cellules des branchies des saumons nerka, coho et chinook juvéniles. (Responsable : J. Servizi.)

Programme sur l'interaction poisson-foresterie

En 1986-1987, le programme sur l'interaction poisson-foresterie a comporté deux projets de recherche principaux ayant nécessité une collaboration poussée avec l'industrie forestière.

Le projet du ruisseau Carnation a débuté en 1970 et on avait prévu qu'il durerait 15 ans. Une bonne partie du travail sur le terrain était terminée en décembre 1985, et en 1986, on avait terminé l'analyse poussée des données et la préparation des rapports. Les résultats ont indiqué que le saumon coho avait une croissance plus rapide après la coupe du bois, surtout à cause d'une augmentation des températures d'hiver par suite de la disparition du couvert végétal. Cependant, les avantages de ce gain de croissance du point de vue de la survie peuvent avoir été

annulés par le fait que la migration des tacons vers la mer a été devancée pour se faire à un moment où les conditions n'étaient pas encore optimales. Il a été décidé de poursuivre pendant deux autres années la surveillance de certains éléments clés du projet qui ont une importance particulière pour l'étude de la dynamique des populations de saumons coho. Parmi ces éléments figurent le dénombrement des alevins, l'émigration des tacons, les retours de saumons adultes et les données sur la température. Le mode de fonctionnement du camp de recherche a fait l'objet d'une réorganisation et les coûts sont maintenant répartis entre les différents organismes qui utilisent les installations du ruisseau Carnation à des fins de recherche. En plus de la Direction des sciences biologiques et de la Direction des pêches du ministère des Pêches et Océans, la liste comprend le ministère des Forêts de la C.-B., le ministère de l'Environnement et des Parcs de la C.-B., le Service canadien des forêts, Environnement Canada et le Conseil des industries forestières. L'analyse d'échantillons prélevés dans le cadre d'une étude visant à déterminer les effets de l'herbicide Roundup se poursuit. Cet herbicide a été appliqué dans une partie du bassin du ruisseau Carnation en septembre 1984. L'Institut pour la répression des ravageurs forestiers de Sault-Sainte-Marie (Service canadien des forêts) a appuyé financièrement ce projet. (*Responsable : C. Scrivener.*)

En 1986, des travaux préliminaires ont commencé dans le cadre d'un nouveau programme global sur les interactions poisson-foresterie qui s'étend à d'autres bassins hydrographiques. L'objectif de ce programme est de vérifier dans d'autres bassins hydrographiques certaines des hypothèses formulées à la suite des travaux réalisés au ruisseau Carnation. Une étude de grande envergure de la documentation mondiale sur les interactions entre le poisson et la foresterie a été réalisée et plus de 1600 références ont été répertoriées. On a commencé l'élaboration d'une base de données sur les antécédents d'exploitation forestière et sur les populations de poissons dans le cas d'environ 35 cours d'eau de la côte ouest de l'île de Vancouver. La planification des relevés de ces cours d'eau par photographie aérienne, ainsi que la vérification terrain, ont été menées à bon terme et des contacts ont été établis avec les entreprises forestières. (*Responsable : I. Williams.*)

Programme sur l'habitat côtier

La recherche sur le terrain pour évaluer l'importance de la remise en état de l'habitat estuarien de la rivière Campbell s'est déroulée comme prévu. Les résultats indiquent que les saumons keta et chinook juvéniles utilisent davantage les îles artificielles que les années précédentes. Les ressources alimentaires des îles pour le saumon ont été évaluées dans le cadre d'un projet en collaboration avec la société B.C. Forest Products Ltd. et l'échantillonnage des invertébrés a indiqué que les communautés d'insectes et de crustacés s'adaptaient aux habitats de référence. Des saumons chinook adultes marqués qui avaient été libérés à des fins expérimentales en 1983, 1984 et 1985 ont été récupérés dans le bassin de la rivière Campbell, dans le cadre d'un travail en collaboration avec le Programme de mise en valeur des salmonidés. Les groupes de saumons libérés dans la rivière et dans l'estuaire ont

fourni le plus grand nombre d'adultes qui ont participé à la remonte ou qui ont été capturés par les pêcheurs. Les données sur les microhabitats ont fait l'objet d'analyses poussées. De plus, les spécialistes ont fait des études de grande envergure sur les effets biologiques possibles de l'exploration pétrolière au large de la côte nord de la Colombie-Britannique et ont contribué, par leurs conseils, à faire avancer d'autres questions sur les habitats estuariens et intertidaux dans la région. (Responsable : C. McAllister.)

Services de soutien, sciences et relevés



Division des navires



La Division des navires a continué d'assurer l'entretien des navires, vedettes, submersibles et ateliers nécessaires à la réalisation du programme scientifique et hydrographique de l'Institut des sciences de la mer, des recherches sur les pêches entreprises par la Station biologique du Pacifique et ses satellites, ainsi qu'à d'autres types de recherche pour le compte des universités et d'autres organismes fédéraux. Durant la dernière partie de l'année financière, une restructuration importante a eu lieu, comportant la consolidation du personnel régional de gestion des navires à l'ISM, en prévision de la fusion des flottilles de recherche scientifique, de levés hydrographiques et de mise en application de la loi, fusion qui est devenue une réalité le 1er avril 1987.

En juin 1986, le G.B. REED a cessé d'être au service du gouvernement. Nommé en l'honneur de G.B. Reed, qui a été président du Conseil de recherche sur les pêcheries du Canada de 1947 à 1953, le G.B. REED a été le premier navire construit spécifiquement pour le travail de recherche sur les pêches dans la région du Pacifique. Au cours de ces 24 années de service comme principal navire de recherche de la Station biologique du Pacifique, le G.B. REED a joué un rôle de premier plan dans une grande variété de recherches scientifiques. Le navire a été construit par les chantiers maritimes Yarrow de Victoria et son lancement a eu lieu en 1962. Jusqu'au milieu des années 70, sa mission principale a été de servir de plate-forme de recherche pour des études visant à déterminer la répartition en haute mer du saumon nord-américain et asiatique. Lorsque le Canada a étendu sa juridiction sur les pêches en 1977, l'étude du poisson de fond est devenue une question importante et encore une fois, le G.B. REED a joué un rôle indispensable.

Le W.E. RICKER, successeur du G.B. REED, est un chalutier congélateur commercial qui a été transformé. Le fait qu'il a été conçu comme chalutier pour la pêche arrière facilite l'utilisation des engins les plus modernes pour le chalutage sur le fond ou le chalutage mésopélagique ainsi que le déploiement d'autres engins scientifiques. Son pont découvert permet de convertir facilement le navire à d'autres méthodes de pêche. Le navire comporte un équipage de 24 personnes et peut accueillir jusqu'à 12 scientifiques. Il a été baptisé en l'honneur de W.E. Ricker, éminent spécialiste des pêches, qui a récemment reçu l'Ordre du Canada en reconnaissance de sa contribution exceptionnelle aux sciences halieutiques. Ce vaisseau

long cours prendra la relève du G.B. REED aussi bien pour la recherche en haute mer que pour la recherche le long des côtes.

CALIGUS (port d'attache, SBP; 17 m hors tout; 41,36 tonnes)

En 1986-1987, le CALIGUS, navire à missions multiples, a été en opération pendant 202 jours et a parcouru plus de 5000 milles marins. Il a passé l'année dans les eaux côtières de la Colombie-Britannique où il a accompli plusieurs tâches, notamment des travaux de recherche sur les mollusques, les crustacés, le poisson de fond et le saumon et l'étude des courants. Au printemps de 1987, il a participé à la pêcherie du hareng rogué où il a servi de plate-forme d'échantillonnage.

PARIZEAU (port d'attache, ISM; 64,3 m hors tout; 1314 tonnes)

Au cours de la première partie de l'année 1986-1987, le PARIZEAU a été au service de plusieurs divisions de l'ISM (Océanographie physique, Écologie marine et Marées et courants). Il a parcouru 22 000 milles et a passé 174 jours en mer pendant lesquels il a effectué des travaux pour le compte de la SBP, du Centre géoscientifique du Pacifique et de l'établissement de recherche de la Défense nationale, région du Pacifique. Plus tard durant l'année, le PARIZEAU a été envoyé en refonte et on le dotera d'une compartiment machines inhabité.

RICHARDSON (port d'attache, ISM; 19,8 m hors tout; 59 tonnes)

Le RICHARDSON a passé la plus grande partie de l'année à exécuter des levés hydrographiques dans le bras de mer Cumshewa. En mars 1987, il a pris part à des missions de recherche et sauvetage auprès de la flottille de pêche au hareng.

W.E. RICKER (port d'attache, SBP; 58 m hors tout; 1105,52 tonnes)

Le W.E. RICKER est entré au service du gouvernement le 24 mai 1986. Au cours de l'année 1986-1987, le navire a passé 156 jours en mer où il a parcouru 10 000 milles marins. La première mission importante qui lui a été confiée a été une campagne de recherche sur les calmars en haute mer qui a duré du 19 août au 12 septembre. D'autres croisières de recherche portant sur le poisson de fond ont suivi et, en février et mars 1987, le W.E. RICKER a participé, en tant que navire de recherche et de gestion, à la pêche au hareng rogué. L'année s'est terminée par une campagne de recherche sur la morue charbonnière en haute mer.

JOHN P. TULLY (port d'attache, ISM; 69 m hors tout; 2199 tonnes)

En 1986-1987, le JOHN P. TULLY a parcouru 19 200 milles en l'espace de 177 jours en mer. Sa mission principale au cours de l'année a été de poursuivre le levé hydrographique en mer de Beaufort, opération à laquelle ont participé des scientifiques de l'ISM et du Centre géoscientifique de l'Atlantique. Le JOHN P. TULLY a appareillé pour l'Arctique au début de juillet et en est revenu en octobre. En mai, le navire a fait escale à l'Expo 86 pendant deux semaines où il a participé aux cérémonies d'ouverture de l'Exposition universelle et a eu un rôle à jouer durant la Période thématique consacrée aux transports et aux communications dans les régions

polaires. Le JOHN P. TULLY a ensuite remplacé le PARIZEAU dans des missions de recherche et sauvetage auprès de la flottille de pêche au hareng rogué.

VECTOR (port d'attache, ISM; 39,6 m hors tout; 516 tonnes)

Le VECTOR a été au service des scientifiques de l'ISM (Océanographie physique, Océanographie chimique et Marées et Courants), de l'Université de la Colombie-Britannique, de l'Université Simon Fraser, de l'Université de Victoria, du Service de protection de l'environnement et du Centre géoscientifique du Pacifique. Il a parcouru 11 000 milles en l'espace de 147 jours.



Navire de recherche sur les pêches W.E. RICKER au cours de ses essais en mer en juin 1986, baie English.

Submersible PISCES IV (port d'attache, ISM; 6,1 m hors tout; 12 tonnes)

Le PISCES IV a accompli plus de 130 plongées au service des programmes scientifiques du NOAA, de l'Université de Victoria, des musées provinciaux de la Colombie-Britannique, de la Station marine de Bamfield, de la SBP, de l'Université de la Colombie-Britannique, du Centre géoscientifique du Pacifique et de l'ISM. Le submersible s'est rendu à l'Expo 86 dans le cadre de la période thématique consacrée aux ressources sous-marines et du large. Le personnel a reçu de la formation sur les engins télécommandés. Le submersible a également exécuté des travaux à Everett, Washington.

Barges PENDER et L. PACIFICA (ports d'attache, ISM)

Pendant la plus grande partie de l'année, le PENDER a servi de vaisseau-mère pour le submersible PISCES IV. C'est ainsi qu'il a participé à des remorquages dans la baie Barkley, dans le bras de mer Jervis et à Everett, Washington.

Le L. PACIFICA, qui à l'origine était employé par la SBP comme plate-forme de recherche, a été transformé par le personnel des ateliers en logement pour accommoder les équipes de chercheurs qui se rendent sur le terrain. À la mi-mai, la barge a été remorquée dans le détroit de Clayoquot où elle a été utilisée pour des travaux de recherche en hydrographie, puis elle est revenue à la baie Patricia à la mi-octobre.

Engins de fond

Le personnel a continué à fournir des services d'entretien et de réparation des treuils, grues, etc. À cause de difficultés rencontrées avec les bossoirs du JOHN P. TULLY, le personnel a consacré beaucoup de temps à refaire trois ensembles de bossoirs; la réparation d'un autre ensemble a été remise plus tard.

Ateliers

Le personnel des ateliers a eu une année fort chargée puisqu'il a fallu assurer les services de soutien pour la campagne du JOHN P. TULLY dans l'Arctique, pour les barges PENDER et L. PACIFICA et pour le levé hydrographique réalisé par le RICHARDSON dans les îles de la Reine-Charlotte. De plus, les ateliers ont dû répondre à 75 autres demandes provenant de la Direction et à plus de 1700 demandes internes. Les deux dernières vedettes de type Houston sont arrivées, portant à six le nombre total de vedettes.

Un système informatisé de gestion et d'information a été mis en place pour améliorer la productivité et pour faire face à un accroissement de la charge de travail découlant du regroupement de la Division des navires à l'ISM.

Services informatiques

En 1986-1987, le personnel des services informatiques de la SBP et de l'ISM a été engagé dans l'élaboration d'un plan d'immobilisation à long terme régional et dans une étude organisationnelle, cette dernière ayant mené à la création d'un poste de coordonnateur régional de l'informatique à Vancouver, d'un poste de coordonnateur de l'informatique, Sciences, à l'ISM et d'un poste de coordonnateur de l'informatique, Sciences biologiques, à la SBP. Dans le secteur Sciences de Pêches et Océans, Région du Pacifique, des services de soutien en matière d'analyse et de programmation informatiques sont intégrés à presque tous les aspects de la collecte, de la transmission et de l'analyse des relevés et données scientifiques.

À l'ISM, l'événement le plus important au cours de l'année écoulée a été l'acquisition d'un VAX-11/785 pour le centre de calcul. Le nouveau système est doté d'une mémoire de 16 Mb, d'une capacité de stockage sur disque de 1,3 Gb, de deux dérouleurs de bande magnétique, de trois imprimantes ligne par ligne, d'une imprimante au laser et de 24 lignes pour terminaux. Les logiciels installés comprennent diverses aides à la productivité telles qu'un éditeur pleine page, et un progiciel infographique élaboré (DISSPLA). Le câblage d'un réseau de télécommunications rapide, sur place, a aussi été installé pour relier des ordinateurs VAX en configuration Ethernet.

Comme la plupart des applications sur l'ordinateur central Sperry devraient être terminées avant la fin de l'automne 1987, les conversions ont été accélérées tout au long de l'année, et des cours de formation sur VAX et sur DISSPLA ont été donnés.

La tendance à l'utilisation des micro-ordinateurs pour la saisie des données, le traitement préliminaire des données et le suivi de la productivité individuelle (traitement de textes, tableaux financiers, petites bases de données) s'est poursuivie avec l'acquisition de 15 autres systèmes personnels. Par contre, le temps d'utilisation des super-ordinateurs Cray au S.E.A., à Dorval, pour la modélisation des océans, a doublé, atteignant l'équivalent de 85 heures d'utilisation d'un Cray-1S en 1986-1987.

Une analyse de la charge de travail du centre de calcul a révélé que la modélisation numérique axée sur le calcul était l'application qui connaît la plus grande expansion, et on y recommande d'importantes améliorations. Un "serveur de calculs" qui prendrait la forme d'un mini-super-ordinateur ou d'un processeur auxiliaire relié au VAX a été proposé. (*Responsable : K. Teng*)

Le VAX 11/780 des Sciences biologiques, à la SBP, a surtout servi à l'analyse, à la modélisation numérique et à l'analyse statistique des données d'évaluation des stocks et de leur composition. Le temps d'utilisation interactive s'est élevé à 47 000 heures environ, et le temps d'utilisation par lots, à 21 000 heures.

Pour diminuer le surchargement du VAX 11/780, on a installé un Microvax II qui

sert surtout à soutenir les travaux d'évaluation des stocks, à effectuer la modélisation numérique et à élaborer des logiciels dans le cadre du programme de récupération des marques. Un Vax 730 a aussi été installé à bord du W.E. RICKER.

Un progiciel Maple a été acheté pour effectuer des calculs symboliques et vérifier des modèles informatiques comportant des opérations de calcul infinitésimal.

Des travaux de normalisation des données et des bases de données ont été entrepris pour fins d'échanges internationaux de données sur le saumon, notamment dans le cadre du Traité Canada/É.-U. concernant le saumon du Pacifique. (*Responsable : S. McKinnell.*)

Communications

Dans le secteur Sciences, région du Pacifique, l'année 1986-1987 s'est révélée une année fort chargée du point de vue des communications. Parmi les activités figurent certains événements spéciaux marquants, des projets permanents et les demandes de renseignements usuelles provenant du grand public et d'une variété de clients.



La Station biologique du Pacifique est prête à accueillir les visiteurs au cours de ses journées d'accueil.

La dernière addition à la flottille de recherche, le W.E. RICKER, a été mis en service en mai à Vancouver et son arrivée à la Station biologique du Pacifique a donné lieu à une cérémonie auquel ont participé M. Ricker, le personnel de recherche et les dignitaires locaux.

En septembre, la Station biologique du Pacifique a ouvert ses portes au public pendant une période de 5 jours. Cet événement a connu beaucoup de succès puisque 11 000 personnes ont profité de l'occasion pour visiter des installations de la station, ainsi que le W.E. RICKER, et ont participé à une variété d'activités comme des démonstrations pratiques et des démonstrations d'ordinateurs.



Écoliers observant un réservoir plein de lamproies.

Le JOHN P. TULLY a été invité à participer aux cérémonies d'ouverture de l'Expo 86 en mai. Durant la période thématique consacrée aux transports et aux communications dans l'Arctique, le navire a été ouvert au grand public et à certains groupes d'intérêt particulier. Une exposition dans le laboratoire principal mettait en relief la recherche et l'hydrographie dans l'Arctique. Le submersible PISCES IV a également pris part à la dernière période thématique de l'Exposition universelle. Il s'agissait de la période consacrée aux ressources sous-marines et du large.

Dans le cadre d'un programme de visite permanent, la Station biologique du Pacifique et l'Institut des sciences de la mer ont attiré un grand nombre de visiteurs, y compris des groupes d'écoliers, des touristes, des membres de clubs philanthropiques et des membres du grand public. L'ISM a accueilli plus de 2000 visiteurs durant l'année.

L'année 1986-1987 a également vu la publication d'une Revue annuelle des activités de l'ISM et d'une nouvelle brochure sur la SBP, la préparation d'articles pour diverses publications et la production d'un certain nombre de bulletins d'information destinés à l'industrie de l'aquaculture. (*Responsables : K. Francis, SBP; K. Glover, ISM.*)

Services de gestion/vérification

En même temps que l'intégration au niveau des services scientifiques, les services administratifs et financiers de l'ISM et de la SBP ont été réorganisés pour refléter la nouvelle structure régionale globale du ministère des Pêches et Océans.

Les services de soutien administratif, y compris la gestion des installations, les télécommunications, la gestion des archives, la gestion du matériel, l'utilisation des navires et les services de bibliothèque, sont assurés par la Direction des services de gestion. L'analyse et la vérification financière sont assurées par la Direction de la vérification.

Au cours de la dernière année, certains systèmes ont été intégrés à ceux d'autres services dans la région. Parmi l'augmentation de la charge de travail résultant de la réorganisation, on trouve la création à l'ISM d'un dépôt maritime régional chargé de la gestion de tous les navires affectés à la recherche scientifique, aux levés hydrographiques et à l'application de la loi dans la région.

Un programme de création d'emplois d'une durée de deux années parrainé par Emploi et Immigration Canada a pris fin en mars 1987; les services de gestion de l'ISM ont servi d'intermédiaire pour trouver un emploi à des jeunes qui désirent travailler dans les domaines scientifiques et technologiques, que ce soit dans les secteurs privé ou public.

Le personnel des Services de gestion a dû surveiller les travaux de construction des nouvelles installations au Laboratoire de Vancouver-Ouest et voir à ce que tous les besoins dans les domaines scientifiques, mécaniques et électriques soient satisfaits. (*Responsables : W.B. Ross, SBP; J. Coldwell, ISM.*)

Annexes

Annexe I

Publications 1986

A. Institut des sciences de la mer



- Anderson, E. P., and D. L. Mackas. 1986. Lethal and sublethal effects of a molybdenum mine tailing on marine zooplankton: mortality, respiration, feeding and swimming behavior in *Calanus marshallae*, *Metridia pacifica* and *Euphausia pacifica*. *Mar. Envir. Res.* 19:131-155.
- Armi, L., and D. M. Farmer. 1986. Maximal two-layer exchange through a contraction with barotropic net flow. *J. Fluid Mech.* 164:27-51.
- Bennett, A. F. 1986. High wavenumber spectrum of a passive scalar in isotropic turbulence. *Phys. Fluids* 29(5):1734-1735.
- Bennett, A. F. 1986. Random walks with manholes: simple models of dispersion in turbulence with coherent vortices. *J. Geophys. Res.* 91 (C9):10769-10770.
- Bennett, A. F., and W. B. White. 1986. Eddy heat flux in the subtropical North Pacific. *J. Phys. Oceanogr.* 16(4):728-740.
- Borstad, G. A., J. F. R. Gower, and D. N. Truax. 1986. Analysis of data from the DFO fluorescence line imager. In *Proc. 10th Canadian Symposium on Remote Sensing, Edmonton, Alberta, May 5-8, 1986*, 413-422. Canadian Aeronautics and Space Institute, Ottawa.
- Brinkhurst, R. O. 1986. Taxonomy of the genus *Tubificoides* Lastockin (Oligochaeta, Tubificidae): species with bifid chaetae. *J. Zool.* 64:1270-1279.
- Brinkhurst, R. O. 1986. Report, Working Group 9. In *Toward A Transboundary Monitoring Network*, ed. P. T. Haug, B. L. Bandursky and A. L. Hamilton, Vol. 1, 261-63. International Joint Commission, U.S. and Canada, Washington, D.C.
- Brinkhurst, R. O. 1986. *Guide to the Freshwater Aquatic Microdrile Oligochaetes of North America*. Can. Special Publ. Fish. Aquat. Sci. 84:1-259.
- Brinkhurst, R. O. 1986. *The Ocean Ecology Division, Institute of Ocean Sciences: the First Decade, 1976-86*. Can. Tech. Rep. Hydrog. Ocean Sci. No. 72:24 p.
- Brinkhurst, R. O. 1986. The three-fold path (modified version). In *Report on Ocean Dumping R&D Pacific Region 1986-87*, ed. S. M. Woods. Can. Contr. Rep. Hydrog. Ocean Sci. No. 26:1-43.
- Budgell, W. P. 1986. Nonlinear data assimilation for shallow water equations in branched channels. *J. Geophys. Res.* 91(C9):10,633-10,644.

- Carnack, E. 1986. Circulation and mixing in ice-covered waters. In *The Geophysics of Sea Ice*, ed. N. Untersteiner. Plenum Publishing Corporation. pp. 641-712.
- Carnack, E., R. Wiegand, C. Gray, R. Daley, C. Pharo, and S. Jasper. 1986. Mechanisms influencing the circulation and distribution of water masses in a medium residence-time lake. *Limnology and Oceanography* 31:249-265.
- Chapman, P. M., and R. O. Brinkhurst. 1986. Setal morphology of the oligochaetes *Tubifex tubifex* and *Ilyodrilus frantzi* (capillatus) as revealed by SEM. *Proc. Biol. Soc. Wash.* 99(2):323-327.
- Cherniawsky, J. Y., J. F. R. Gower, H. Melling, D. N. Truax, and R. C. Kerr. 1986. Using NOAA AVHRR imagery in studies of sea ice motion in the Beaufort Sea. In *Proc. 10th Canadian Symposium on Remote Sensing, Edmonton, Alberta, May 5-8, 1986*, 395-403. Canadian Aeronautics and Space Institute, Ottawa.
- Church, J. A., H. J. Freeland, and R. L. Smith. 1986. Coastal-trapped waves on the east Australian continental shelf. Part I: Propagation of modes. *J. Phys. Oceanogr.* 16(11):1929-1943.
- Church, J. A., N. J. White, A. J. Clarke, H. J. Freeland, and R. L. Smith. 1986. Coastal-trapped waves on the east Australian continental shelf. Part II: Model verification. *J. Phys. Oceanogr.* 16(11):1945-1957.
- Crawford, W. R. 1986. A comparison of length scales and decay times of turbulence in stably stratified flows. *J. Phys. Oceanogr.* 16(11):1847-1854.
- Crawford, W. R., W. S. Huggett, M. J. Woodward, and P. Daniel. 1985. Summer circulation of the waters in Queen Charlotte Sound. *Atmosphere-Ocean* 23:393-413.
- Crowther, W. S. et al. 1986. The making of an atlas for the recreational boater. In *Proc. Canadian Hydrographic Conference, Burlington, Ontario, February, 1987*.
- Denman, K. L., and J. Marra. 1986. Modelling the time dependent photoadaptation of phytoplankton to fluctuating light. In *Marine Interfaces Ecohydrodynamics*, ed. J. C. J. Nihoul, 341-59. Elsevier, Amsterdam.
- Druffel, E. R. M., S. Honjo, S. Griffin, and C. S. Wong. 1986. Radiocarbon in particulate matter from the eastern sub-arctic, Pacific Ocean: Evidence of a source of terrestrial carbon to the deep sea. *Radiocarbon* 28(2A):397-407.
- El-Sabh, M. I., and T. S. Murty. 1986. Seasonal and long-term sea level variations in the Atlantic coast of Canada. *Marine Geodesy* 10(3-4).
- El-Sabh, M. I., and T. S. Murty. 1986. Numerical modelling of tsunami generation and propagation in the St. Lawrence estuary, Canada. *Modelling Simulation and Control* C4(4):49-64.
- Emery, W. J., A. C. Thomas, M. J. Collins, W. R. Crawford, and D. L. Mackas. 1986. An objective method for computing advective surface velocities from sequential infrared satellite images. *J. Geophys. Res.* 91(C11):12,865-12,878.

- Emery, W. J., A. C. Thomas, M. J. Collins, W. R. Crawford, and D. L. Mackas. 1986. Comparison between satellite image advective velocities, dynamic topography and surface drifter trajectories. *EOS* 67(22):498-499.
- Farmer, D. M., and L. Armi. 1986. Maximal two-layer exchange over a sill and through the combination of a sill and contraction with barotropic flow. *J. Fluid Mech.* 164:53-76.
- Farmer, D. M., and S. F. Clifford. 1986. Space-time acoustic scintillation analysis: A new technique for probing ocean flows. *Oceanic Engineering* 11(1):42-50.
- Flegal, A. R., K. Itoh, C. C. Patterson, and C. S. Wong. 1986. Vertical profile of lead isotopic compositions in the north-east Pacific. *Nature* 321:689-690.
- Forbes, J. R., K. L. Denman, and D. L. Mackas. 1986. Determinations of photosynthetic capacity in coastal marine phytoplankton effects of assay irradiance and variability of photosynthetic parameters. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 32:181-191.
- Foreman, M. G. G. 1986. An accuracy analysis of boundary conditions for the forced shallow water equations. *J. Comput. Phys.* 64(2):334-367.
- Freeland, H. J., F. M. Boland, J. A. Church, A. J. Clarke, A. M. G. Forbes, A. Huyer, R. L. Smith, R. O. R. Y. Thompson, and N. J. White. 1986. The Australian coastal experiment: A search for coastal-trapped waves. *J. Phys. Oceanogr.* 16(7):1230-1249.
- Galloway, J. L., S. Jarvin, and J. Mattock. 1986. A correlation sonar system for recording ice cover movement. In *Proc. of Oceans 86*, IEEE.
- Gargett, A. E. 1986. Small-scale parameterization in large-scale ocean models. In *Advanced Physical Oceanographic Numerical Modelling*, ed. J.J. O'Brien, 145-54. Reidel.
- Gargett, A. E., G. Ostlund, and C. S. Wong. 1986. Tritium time series from Ocean Station P. *J. Phys. Oceanogr.* 16(10):1720-1726.
- Gower, J.F.R., G.A. Borstad, and A.B. Hollinger. 1986. Development of an imaging optical spectrometer for ocean and land remote sensing. In *Proc. Int. Symposium on the Spectral Signatures of Objects in Remote Sensing, Les Arcs, France, Dec. 16-20*, 219-25. ESA SP-247.
- Gower, J. F. R., J. Y. Cherniawsky, and G. A. Borstad. 1986. Motion of ice in the Beaufort Sea from satellite and aircraft images. In *Proc. Canadian East Coast Workshop on Sea Ice, B10, January 7-9*. Can. Tech. Rep. Hydrog. Ocean. Sci. No. 73.
- Greisman, P. 1986. *Surface Circulation in Dixon Entrance Results from Lagrangian and Eulerian Measurements*. Can. Contr. Rep. Hydrog. Ocean Sci. No. 23.
- Harwood, L. A., L. A. Turney, L. de March, B. D. Smiley, and P. Norton. 1986. *Arctic Data Compilation and Appraisal, Beaufort Sea: Biological Oceanography - Seals, 1826-1985*. Can. Data Rep. Hydrog. Ocean Sci. No. 5:Vol. 8, Part 1, 352 p.; Part 2, 301 p.
- Herlinveaux, R. H., F. A. Whitney, and J. A. McFarlane. 1986. *Investigation of Fish Kills in Active Pass, B.C. in May 1983*. Can. Data Rep. Hydrog. Ocean Sci. No. 47.

- Holloway, G. 1986. Eddies, waves, circulation and mixing: statistical geofluid mechanics. *Annual Review Fluid Mechanics* 18:81-147.
- Holloway, G. 1986. Estimation of oceanic eddy transports from satellite altimetry. *Nature* 323:243-244.
- Holloway, G. 1986. A shelf wave/topographic pump drives mean coastal circulation. *Ocean Modelling*, Nos. 68 and 69.
- Holloway, G. 1986. Comments on Fofonoff's mode. *Geophys. Astrophys. Fluid Dyn.* 37:165-169.
- Holloway, G. 1986. Do turbulence dissipation measurements imply ocean mixing? *Ocean Modelling* No. 70.
- Holloway, G., T. S. Murty, and E. Fok. 1986. Effects of bathymetric roughness upon tsunami travel time. *Science of Tsunami Hazards* 4(3):165-172.
- Holloway, G., D. Ramsden, and S. C. Riser. 1986. Tracer anomaly evolution in the flow field of an isolated eddy. *Dynamics of Atmospheres and Oceans* 10(2):165-184.
- Huggett, W. S. 1986. CSS John P. Tully, a hydrographic and geophysical research vessel. *Int. Hydrographic Review* LXIII(2):31-39.
- Johnson, W. K., and C. S. Wong. 1986. Studies on storage and behaviour of mercury with nanogram per litre level in sea water. *Acta Oceanologica Sinica*, Vol. 14.
- Juniper, S. K., J. A. J. Thompson, and S. E. Calvert. 1986. Accumulation of minerals and trace elements in biogenic mucus at hydrothermal vents. *Deep Sea Res.* 33(3A):339-347.
- Juniper, S.K., and R.O. Brinkhurst. 1986. Water-column dark CO₂ fixation and bacterial-mat growth in intermittently anoxic Saanich Inlet, British Columbia. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 33:41-50.
- LeBlond, P. H., B. M. Hickey, and R. E. Thomson. 1986. Runoff driven coastal flow off British Columbia. In *The Role of Freshwater Outflow in Coastal Marine Ecosystems*, ed. S. Shreslet, NATO ASI Series, Vol. G7, 309-17. Springer-Verlag, Amsterdam.
- Lewis, E. L., and R. G. Perkin. 1986. Ice pumps and their rates. *J. Geophys. Res.* 91(C10):11756-11762.
- Li, J., W. K. Johnson, and C. S. Wong. 1986. Atomic absorption determination of 15 minor and major elements in marine and estuary sediment. *Anal. Chem. (Chinese)* 14(6):460-463.
- Li, J., W. K. Johnson, and C. S. Wong. 1986. Heavy metals from harbour sediment released into sea water. A laboratory study. *Acta Oceanologica Sinica (Chinese)* 8(3):314-318.
- Lu, X., W. K. Johnson, and C. S. Wong. 1986. Seasonal replenishment of mercury in a coastal fjord by its intermittent anoxicity. *Mar. Poll. Bull.* 17(6):263-267.
- Lu, X., W. K. Johnson, and C. S. Wong. 1986. Studies on storage and behaviour of mercury with nanogram per litre level in sea water. *Anal. Chem. (Chinese)* 14(2):98-101.

- Luternauer, J. L., R. H. Linden, S. J. Westrheim, and R. E. Thomson. 1986. Sedimentology of Amphitrite Bank, A commercially exploited groundfish habitat - southern continental shelf, British Columbia, Canada. *Environ. Geology and Water Sci.* 8:107-121.
- Macdonald, R. W., F. A. McLaughlin, and C. S. Wong. 1986. The storage of reactive silicate samples by freezing. *Limnol. Oceanogr.* 31(5):1139-1142.
- Mackas, D. L., and E. P. Anderson. 1986. Small-scale zooplankton community variability in a northern British Columbia fjord system. *Estuarine Coastal and Shelf Sci.* 22:115-142.
- Mackas, D. L., and K. E. Burns. 1986. Poststarvation feeding and swimming activity in *Calanus pacificus* and *Metridia pacifica*. *Limnol. Oceanogr.* 31(2):383-391.
- Moum, J. N., T. R. Osborn, and W. R. Crawford. 1986. Pacific equatorial turbulence: revisited. *J. Phys. Oceanogr.* 16(9):1516-1522.
- Muller, P., G. Holloway, F. Henyey, and N. Pomphrey. 1986. Nonlinear interactions among internal gravity waves. *Reviews of Geophysics* 24(3):493-536.
- Murty, T. S. 1986. Comment on "Protection of the human race against natural hazards". *Geology* 14(7):633-34.
- Murty, T. S. 1986. State of tsunami research. In *Proc. 10th Workshop on Tsunamis, Victoria, Canada, July 29-31, 1985*.
- Murty, T. S. 1986. Tsunami travel-time charts, a critical look at the ocean depth data. In *Proc. Pacific Congress on Marine Technology, Honolulu, March 24-28, 1986*.
- Murty, T. S. 1986. Physics of storm surges. In *Proc. Regional Cyclone Surge Workshop, Chittagong, Bangladesh, Dec. 14-19, 1985*.
- Murty, T. S. 1986. Historical storm surge data for the Bay of Bengal. In *Proc. Regional Cyclone Surge Workshop, Chittagong, Bangladesh, Dec. 14-19, 1985*.
- Murty, T. S. 1986. Computer animation of storm surge predictions. *J. Hydraulic Eng., A.S.C.E.*
- Murty, T. S., and M. I. El-Sabh. 1986. A review of the physical oceanographic characteristics of the Inner Gulf of the Kuwait Action Plan Region. In *Proc. UNESCO Workshop on the Indian Ocean, Colombo, July 8-13, 1985*.
- Murty, T. S., and M. I. El-Sabh. 1986. Numerical simulation of a tsunami due to a predicted large earthquake in the St. Lawrence Estuary. In *Proc. Int. Tsunami Symp., Victoria, Canada, Aug. 6-9, 1985*, 75-81.
- Murty, T. S., and M. I. El-Sabh. 1986. Treatment of free boundaries in numerical computations of long gravity wave problems. In *Proc. 4th Int. Symp. Innovative Numerical Methods in Engineering*, ed. R.P. Shaw, 261-67. Springer-Verlag, Berlin.
- Murty, T. S., R. A. Flather, and R. F. Henry. 1986. The storm surge problem in the Bay of Bengal. *Progress in Oceanography* 16:195-233.

- Murty, T. S., R. A. Flather, and R. F. Henry. 1986. Mathematical modelling of storm surges in the Bay of Bengal. In *Proc. UNESCO Workshop on the Indian Ocean, Colombo, July 8-13, 1985*.
- Murty, T. S., and W. J. Rapatz. 1986. Marine geodetic processes on the Pacific coast of Canada. *Marine Geodesy* 10(3-4):129-140.
- Murty, T. S., and W. J. Rapatz (eds.). 1986. In *Proc. International Tsunami Symposium, Victoria, Canada, Aug. 6-9, 1985*, 325 p.
- Murty, T. S., and P. B. Crean. 1986. A reconstruction of the tsunami of June 23, 1946 in the Strait of Georgia. In *Proc. Int. Tsunami Symp., Victoria, Canada, Aug. 6-9, 1985*, 121-125.
- Murty, T. S., and P. B. Crean, 1986. Numerical simulation of the tsunami of June 23, 1946 in British Columbia, Canada. *Science of Tsunami Hazards*.
- Murty, T. S., and N. K. Saxena. 1986. Possible tsunami effects in Hawaii and west coast of North America from a predicted large earthquake in the Aleutian Islands. In *Proc. Pacific Congress on Marine Technology, Honolulu, March 24-28, 1986*.
- Norton, P., and B. D. Smiley. 1986. *Importance of Yukon Coastal Waters to Bowhead and White Whales*. Can. Contr. Rep. Hydrog. Ocean Sci. No. 24.
- Shen, C. Y., and G. Holloway. 1986. A numerical study of the frequency and the energetics of nonlinear internal gravity waves. *J. Geophys. Res.* 91(C1):953-973.
- Tabata, S., B. Thomas, and D. Ramsden. 1986. Annual and interannual variability of steric sea level along Line P in the northeast Pacific Ocean. *J. Phys. Oceanogr.* 16(8):1378-1398.
- Tabata, S., and J. L. Peart. 1986. *Statistics of Oceanographic Data Based on Hydrographic/STD Casts Made at Stations 1 through 6 along Line P during January 1959 through June 1981*. Can. Data Rep. Hydrog. Ocean Sci. No. 38:447 p.
- Tabata, S., and J. L. Peart. 1986. *Statistics of Oceanographic Data Based on Hydrographic/STC Casts Made at Stations 7 through 12 along Line P during January 1959 through June 1981*. Can. Data Rep. Hydrog. Ocean Sci. No. 43:402 p.
- Tait, B. J., S. T. Grant, D. St. Jacques, and F. E. Stephenson. 1986. Canadian Arctic tide measurement techniques and results. *Int. Hydrographic Review* LXIII(2):111-31.
- Thomas, D. J., R. W. Macdonald, and A. B. Cornford. 1986. Geochemical mass-balance calculations for the coastal Beaufort Sea, N.W.T., Canada. *Rapp. P.-v Reun. Cons. int. Explor. Mer.* 186:165-184.
- Thomas, D. J., R. W. Macdonald, and A. G. Francis. 1986. *West Coast Data Inventory and Appraisal. Dixon Entrance, Hecate Strait, Queen Charlotte Sound and Adjoining B.C. Coastal Waters: Chemical Oceanography - 1937 through 1984*. Can. Data Rep. Hydrog. Ocean Sci. No. 37 (Vol. 3, Part 1:278 p; Part 2:248 p.)
- Thompson, J. A. J., M. D. Nassichuk, D. W. Paton, B. J. Reid, and M. A. Farrell. 1986. *Examination of Tissue Metal Burdens and Metal Binding Proteins in the Golden King Crab (Lithodes aequispina*

- Benedict) *from Alice Arm and Hastings Arm, B.C.* Can. Tech. Rept. of Fisheries and Aquatic Sci. No. 1440:44 p.
- Thomson, R. E. 1986. The Queen Charlotte Islands: physical oceanography. In *Proc. of Queen Charlotte Islands Symposium*, ed. G. Scudder. U.B.C. Press, Vancouver.
- Thomson, R. E., and W. J. Emery. 1986. The Haida current. *J. Geophys. Res.* 91(C1):845-861.
- Thomson, R. E., B. M. Hickey, and P. H. LeBlond. 1986. *Water Property Observations from the Vancouver Island Coastal Current Experiment: June, July and October 1984*. Can. Data Rep. Hydrog. Ocean Sci. No. 46.
- Whitney, F. A. 1986. *Metal Fluxes from False Creek Sediments under Various Chemical and Biological Conditions*. MEEE Group Data Report.
- Wiegand, R., and E. Carmack. 1986. Climatology of internal waves in a deep, temperate latitude lake. *J. Geophys. Res.* 91:3951-3958
- Wong, C. S., F. A. Whitney, W. K. Johnson, X. Lu, J. Wu, S. Wu, and J. Li. 1986. The effect of mine tailings on levels of heavy metals in seawater. *Acta Oceanologica Sinica* 5(3):401-415.
- Wood, S. M. (ed.). 1986. *Report on Ocean Dumping R & D Department of Fisheries and Oceans 1986-1987*. Can. Contr. Rep. Hydrog. Ocean Sci. No. 26.
- Woodward, M. J. 1986. An evaluation of the Aanderaa RCM4 current meter in the wave zone. In *Oceans 85 Conference Record* 2(E8):755-762
- Wu, J., F. A. Whitney, and C. S. Wong. 1986. Measurement of primary production in an enclosed water column. *Acta Oceanologica Sinica* 5(4):584-592.

B. Division des sciences biologiques



(1) Publications principales

- Bakkala, R., T. Maeda, and G. McFarlane. 1986. Distribution and stock structure of pollock (*Theragra chalcogramma*) in the North Pacific Ocean. *INPFC Bull.* No. 45:3-20.
- Balcomb, K. C., and M. A. Bigg. 1986. Population biology of the three resident killer whale pods in Puget Sound and off southern Vancouver Island. In *Behavioural biology of killer whales*, ed. B. C. Kirkeveld and J. S. Lockard, 89-95. Zoo. Biol. Monogr., Vol. 1, Alan R. Liss Inc., N.Y.
- Beacham, T. D. 1986. Type, quantity, and size of food of Pacific salmon (*Oncorhynchus*) in the Strait of Juan de Fuca, British Columbia. *Fish. Bull.* 84:77-89.

- Beacham, T. D., and C. B. Murray. 1986. Comparative developmental biology of pink salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*) in southern British Columbia. *J. Fish. Biol.* 28:233-246.
- Beacham, T. D., and C. B. Murray. 1986. Comparative developmental biology of chum salmon (*Oncorhynchus keta*) from the Fraser River, British Columbia. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 43:252-262.
- Beacham, T. D., and C. B. Murray. 1986. Sexual dimorphism in length of upper jaw and adipose fin of immature and maturing Pacific salmon (*Oncorhynchus*). *Aquaculture* 58:269-276.
- Beacham, T. D., and C. B. Murray. 1986. The effect of spawning time and incubation temperature on meristic variation in chum salmon (*Oncorhynchus keta*). *Can. J. Zool.* 64:45-48.
- Beamish, Richard J., and Ruth E. Withler. 1986. A polymorphic population of lampreys that may produce parasitic and nonparasitic varieties. In *Indo-Pacific Fish Biology: Proc. Second International Conference on Indo-Pacific Fishes*, ed. T. Uyeno, R. Arai, T. Taniuchi and K. Matsuura, 1986:31-49, Ichthyological Society of Japan, Tokyo.
- Bell, G. R., and G. S. Traxler. 1986. Resistance of the Pacific lamprey, *Lampetra tridentata* (Gairdner), to challenge by *Renibacterium salmoninarum*, the causative agent of kidney disease in salmonids. *J. Fish. Dis.* 9(3):277-279.
- Bell, G. R., D. Slind, and J. W. Bagshaw. 1986. *Pictorial atlas of histology of the sablefish* (*Anoplopoma fimbria*). *Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci.* 94:93 p.
- Benfey, T. J., and D. A. Methven. 1986. Pilot-scale rearing of larval and juvenile lumpfish (*Cyclopterus lumpus* L.), with some notes on early development. *Aquaculture* 56:301-306.
- Bernard, F. R. 1986. *Crassodoma* gen. nov. for "*Hinnites*" *giganteus* (Gray, 1825) from the Northeastern Pacific Ocean (Bivalvia:Pectinidae). *Venus* 45(1):69-73.
- Beverley-Burton, M., T. E. McDonald, and D. Murith. 1986. Monogenea from some marine fishes taken off the Pacific Coast of Canada. *J. Parasitol.* 72(3):479-480.
- Bigg, M. A., G. M. Ellis, and K. C. Balcomb, III. 1986. The photographic identification of individual cetaceans. *Whalewatcher* (Summer):10-12.
- Bigg, M. A., and V. B. Scheffer. 1986. Killer whale. In *Marine mammals of eastern North Pacific and Arctic waters*, ed. D. Haley, 140-147. Pacific Seattle Press. Seattle.
- Bigg, M. A. 1986. Arrival times of northern fur seals (*Callorhinus ursinus*) at the Pribilof Islands, Alaska. *Fish. Bull.* 84:383-394.
- Bigg, M. A. 1986. Foreword. In *Behavioural biology of killer whales*, ed. B. C. Kirkevold and J. S. Lockard, p. xv-xvi. *Zoo. Biol. Monogr.*, Vol. 1, Alan R. Liss Inc., N.Y.
- Bigg, M. A. 1986. *Situation de l'otarie de Steller (Eumetopias jubatus) et de l'otarie de Californie (Zalophus californianus) en Colombie-Britannique*. *Publ. spec. can. sci. halieut. aquat.* 77:27 p.
- Bourne, N. 1986. Bivalve Fisheries: Their exploitation and management with particular reference to the

- northeast Pacific region. In *North Pacific workshop on stock assessment and management of invertebrates*, ed. G. S. Jamieson and N. Bourne, 2-13. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. 92.
- Boutillier, J. A. 1986. Shrimp. In *Invertebrate and marine plant fishery resources of British Columbia*, ed. G. S. Jamieson and K. Francis, 58-64. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. 91.
- Breen, P. A. 1986. Management of the British Columbia fishery for northern abalone (*Haliotis kamtschatkana*). In *North Pacific workshop on stock assessment and management of invertebrates*, ed. G. S. Jamieson and N. Bourne, 300-312. Can. Spec. Pub. Fish. Aquat. Sci. 92.
- Chilton, D. E., and H. T. Bilton. 1986. New method for ageing chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) using dorsal fin rays, and evidence of its validity. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 43:1588-1594.
- Clarke, W. C., and J. E. Shelbourn. 1986. Delayed photoperiod produces more uniform growth and greater seawater adaptability in underyearling coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*). *Aquaculture* 56:287-299.
- Donaldson, E. M. 1986. The integrated development and application of controlled reproduction techniques in Pacific salmonid aquaculture. *Fish Physiol. Biochem.* 2:9-24.
- Dye, H. M., J. P. Sumpter, U. H. M. Fagerlund, and E. M. Donaldson. 1986. Changes in reproductive parameters during the spawning migration of pink salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*). *J. Fish Biol.* 29:167-176.
- Evelyn, T. P. T., J. E. Ketcheson, and L. Prospero-Porta. 1986. Use of erythromycin as a means of preventing vertical transmission of *Renibacterium salmoninarum*. *Dis. Aquat. Org.* 2(1):7-11.
- Evelyn, T. P. T., L. Prospero-Porta, and J. E. Ketcheson. 1986. Experimental intra-ovum infection of salmonid eggs with *Renibacterium salmoninarum* and vertical transmission of the pathogen with such eggs despite their treatment with erythromycin. *Dis. Aquat. Org.* 1(3):197-202.
- Evelyn, T. P. T., L. Prospero-Porta, and J. E. Ketcheson. 1986. Persistence of the kidney-disease bacterium, *Renibacterium salmoninarum*, in coho salmon, *Oncorhynchus kisutch* (Walbaum), eggs treated during and after water-hardening with povidone-iodine. *J. Fish Dis.* 9(5):461-464.
- Groot, C., T. P. Quinn, and T. J. Hara. 1986. Responses of migrating adult sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) to population-specific odours. *Can. J. Zool.* 64:926-932.
- Hankin, D., and M. C. Healey. 1986. Dependence of exploitation rates for maximum yield and stock collapse on age and sex structure of chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) stocks. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 43:1746-1759.
- Hardy, F. J., K. S. Shortreed, and J. G. Stockner. 1986. Bacterioplankton, phytoplankton, and zooplankton communities in a British Columbia coastal lake before and after nutrient reduction. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 43:1504-1514.
- Hargreaves, N. B., and R. J. LeBrasseur. 1986. Size selectivity of coho (*Oncorhynchus kisutch*) preying on juvenile chum salmon (*O. keta*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 43:581-586.

- Hay, D. E. 1986. Effects of delayed spawning on viability of eggs and larvae of Pacific herring. *Trans. Amer. Fish. Soc.* 115:155-161.
- Hay, D. E., Cooke, K. D., and C. V. Gissing. 1986. Experimental studies of Pacific herring gillnets. *Fish. Res.* 4:191-211.
- Healey, M. C. 1986. Optimum size and age at maturity in Pacific salmon and effects of size selective fisheries. In *Salmonid age at maturity*, ed. D. J. Meerburg, 39-52. Can. Spec. Pub. Fish. Aquat. Sci. 89.
- Holtby, L. B., and M. C. Healey. 1986. Selection for adult size in female coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 43:1946-1959.
- Hoskins, G. E., and D. Kieser. 1986. The occurrence of proliferative kidney disease in British Columbia. In *Proliferative Kidney Disease (PKD) in North America. (Proc. of a Workshop on Proliferative Kidney Disease (PKD) among Salmonid Fish in North America.)*, 23 p. University of California, Davis, California, U.S.A.
- Hunter, G. A., I. I. Solar, I. Baker, and E. M. Donaldson. 1986. Feminization of coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*) and chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) by immersion of alevins in a solution of estradiol-17. *Aquaculture* 53:295-302.
- Irvine, J. R. 1986. Effects of varying discharge on the downstream movement of salmon fry, *Oncorhynchus tshawytscha*, Walbaum. *J. Fish. Biol.* 28:17-28.
- Jamieson, G. S., and J. F. Caddy. 1986. Research advice and its application to management of shell-fish resources: a workshop overview. In *North Pacific workshop on stock assessment and management of invertebrates*, ed. G. S. Jamieson and N. Bourne, 416-424. Can. Spec. Pub. Fish. Aquat. Sci. 92.
- Jamieson, G. S., and K. Francis (ed.). 1986. *Invertebrate and marine plant fishery resources of British Columbia*. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. 91:89 p.
- Jamieson, G. S., and N. Bourne (ed.). 1986. *North Pacific workshop on stock assessment and management of invertebrates*. Can. Spec. Pub. Fish. Aquat. Sci. 92:430 p.
- Jamieson, G. S. 1986. A perspective on invertebrate fisheries management - the British Columbia experience. In *North Pacific workshop on stock assessment and management of invertebrates*, ed. G. S. Jamieson and N. Bourne, 57-74. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. 92.
- Jamieson, G. S. 1986. Implications of fluctuations in recruitment in selected crab populations. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 43:2085-2098.
- Jensen, J. O. T., J. Schnute, and D. F. Alderdice. 1986. Assessing juvenile salmonid response to gas supersaturation using a general multivariate dose-response model. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 43:1694-1709.
- Kabata, Z. 1986. Redescriptions of and comments on four little-known Lernaepodidae (Crustacea: Copepoda). *Can. J. Zool.* 64:1852-1859.
- Kabata, Z. 1986. Type specimens of *Ergasilus funduli* Kroyer, 1863 (Crustacea: Copepoda) re

- examined. *Steenstrupia* 12(9):153-156.
- Kabata, Z., and D. J. Whitaker. 1986. Distribution of two species of Kudoa (Myxozoa: Multivalvulida) in the offshore population of the Pacific hake, *Merluccius productus* (Ayres, 1855). *Can. J. Zool.* 64:2103-2110.
- Kabata, Z., D. J. Whitaker, and J. W. Bagshaw. 1986. *Kudoa thyrstitis* (Gilchrist) (Myxosporidia: Multivalvulida) in coho salmon, *Oncorhynchus kisutch* (Walbaum). *Can. J. Zool.* 64:1038-1040.
- Kathman, R. D., W. C. Austin, J. C. Saltman, and J. D. Fulton. 1986. *An identification manual to the Mysidacea and Euphausiacea of the Northeast Pacific*. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. 93:411 p.
- Ketchen, K. S. 1986. *The spiny dogfish (Squalus acanthias)* in the Northeast Pacific and a history of its utilization. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. 88:78 p.
- Knoechel, R., and L. B. Holtby. 1986. Cladoceran filtering rate: body-length relationships for bacterial and large algal particles. *Limnol. Oceanogr.* 31(1):195-200.
- Knoechel, R., and L. B. Holtby. 1986. Construction and validation of a body-length based model for the prediction of cladoceran community filtering rates. *Limnol. Oceanogr.* 31(1):1-16.
- Levings, C. D. 1986. Consumptive and non-consumptive uses of vegetation in Pacific Northwest aquatic ecosystems. In *Wetland functions, rehabilitating and creation in the Pacific Northwest: state of our understanding*, ed. R. Strickland, 95-113. Wash. State Dept. of Ecology, Pub. No. 86-14.
- Levings, C. D., C. D. McAllister, and B. D. Chang. 1986. Differential use of the Campbell River estuary, British Columbia, by wild and hatchery-reared juvenile chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 43:1386-1397.
- Lundqvist, H., W. C. Clarke, L.-O. Eriksson, P. Funegard, and B. Engstrom. 1986. Seawater adaptability in three different river stocks of Baltic salmon (*Salmo salar* L.) during smolting. *Aquaculture* 52:219-229.
- Luternauer, J. L., R. H. Linden, S. J. Westrheim, and R. E. Thomson. 1986. Sedimentology of Amphitrite Bank, a commercially exploited groundfish habitat—southwestern continental shelf, British Columbia, Canada. *Environ. Geol. Water Sci.* 8(3):107-121.
- Macdonald, J. S., and R. H. Green. 1986. Food resource utilization by five species of benthic feeding fish in Passamaquoddy Bay, New Brunswick. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 43:1534-1546.
- Manzer, J. I., and I. Miki. 1986. Fecundity and egg retention of some sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) stocks in British Columbia. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 43:1643-1655.
- Margolis, L., and T. E. McDonald. 1986. Parasites of white sturgeon, *Acipenser transmontanus*, from the Fraser River, British Columbia. *J. Parasitol.* 72(5):794-796.
- Mason, J. C. 1986. Fecundity of the Pacific hake, *Merluccius productus*, spawning in Canadian waters. *Fish. Bull.* 84:209-217.
- Mason, J. C., and A. C. Phillips. 1986. An improved otter surface sampler. *Fish. Bull.* 84:480-484.

- McBride, J. R., U. H. M. Fagerlund, H. M. Dye, and J. Bagshaw. 1986. Changes in structure of tissues and in plasma cortisol during the spawning migration of pink salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*). *J. Fish Biol.* 29:153-165.
- McFarlane, G. A., and R. J. Beamish. 1986. Production of strong year-classes of sablefish (*Anoplopoma fimbria*) off the west coast of Canada. *INPFC Bull.* 47:191-202.
- McFarlane, Gordon A., and Richard J. Beamish. 1986. A tag suitable for assessing long-term movements of spiny dogfish and preliminary results from use of this tag. *N. Am. J. Fish. Manage.* 6(1):69-76.
- Mulligan, T. J., and R. Kieser. 1986. Comparison of acoustic population estimates of salmon in a lake with a weir count. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 43(7):1373-1385.
- Mundie, J. H., and R. Bell-Irving. 1986. Predictability of the consequences of the Kemano Hydroelectric Proposal for natural salmon populations. *Can. Water Res. J.* 11:14-25.
- Murray, C. B., and T. D. Beacham. 1986. Effect of density and substrate on the development of chum salmon (*Oncorhynchus keta*) eggs and alevins. *Prog. Fish-Cult.* 48:242-249.
- Murray, C. B., and T. D. Beacham. 1986. Effect of varying temperature regimes on the development of pink salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*) eggs and alevins. *Can. J. Zool.* 64:670-676.
- Mysak, A. L., C. Groot, and K. Hamilton. 1986. A study of climate and fisheries: interannual variability of the northeast Pacific Ocean and its influence on homing migration rates of sockeye salmon. *Climatological Bull.* 20:26-35.
- Noakes, D. 1986. Quantifying changes in British Columbia Dungeness crab (*Cancer magister*) landings using intervention analysis. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 43:634-639.
- Overholtz, W. J., and A. V. Tyler. 1986. An exploratory simulation model of competition and predation in a demersal fish assemblage on Georges Bank. *Trans. Amer. Fish. Soc.* 115:805-817.
- Perez, M. A., and M. A. Bigg. 1986. Diet of northern fur seals *Callorhinus ursinus* off western North America. *Fish. Bull.* 84:957-970.
- Phillips, A. C., and J. C. Mason. 1986. A towed, self-adjusting sled sampler for demersal fish eggs and larvae. *Fish. Res.* 4:235-242.
- Porter, T. R., M. C. Healey, M. F. O'Connell, with E. T. Baum, A. T. Bielak, and Y. Cote. 1986. Implications of varying the sea age at maturity of Atlantic salmon (*Salmo salar*) on yield to the fisheries. In *Salmonid age at maturity*, ed. D. J. Meerburg, 110-117. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. 89.
- Richards, L. J., and J. T. Schnute. 1986. An experimental and statistical approach to the question: Is CPUE an index of abundance? *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 43:1214-1227.
- Richards, Laura J. 1986. Depth and habitat distributions of three species of rockfish (*Sebastes*) in British Columbia: Observations from the submersible PISCES IV. *Environmental Biology of Fishes* 17(1):13-21.

- Richardson, N. L., D. A. Higgs, and R. M. Beames. 1986. The susceptibility of juvenile chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) to cataract formation in relation to dietary changes in early life history. *Aquaculture* 52:237-243.
- Riddell, B. E. 1986. A genetic perspective regarding selective fishing and age-at-maturity in Atlantic salmon. *Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci.* 89:102-109.
- Riddell, B. E., and D. Sorensen. 1986. Growth rate variation between populations of coho salmon. In *Genetics in Aquaculture II*, p. 374. Elsevier Publ. N.Y.
- Robert, G., and G. S. Jamieson. 1986. Commercial fishery data isopleths and their use in offshore sea scallop (*Placopecten magellanicus*) stock evaluation, p. 76-82. In G. S. Jamieson and N. Bourne (ed.) *North Pacific workshop on stock assessment and management of invertebrates*. *Can. Spec. Pub. Fish. Aquat. Sci.* 92.
- Rogers, I. H., I. K. Birtwell, and G. M. Kruzynski. 1986. Organic extractables in municipal wastewater, Vancouver, British Columbia. *Water Poll. Res. J. Canada.* 21 (2):187-204.
- Schnute, J., and J. O. T. Jensen. 1986. A general multivariate dose-response model. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 43:1684-1693.
- Servizi, James A., Dennis W. Martens, Robert W. Gordon, James P. Kutney, Mahatam Singh, Eugene Dimitriadis, Gary M. Hewitt, Phillip J. Salisbury, and Lewis S.L. Choi. 1986. Microbiological detoxification of resin acids. *Water Poll. Res. J. of Canada.* 21(1):119-129.
- Servizi, J.A., R.W. Gordon. 1986. Detoxification of TMP and CTMP effluents alternating in a pilot scale aerated lagoon. *Pulp Paper Canada* 87(11):T404-409.
- Shariff, M., Z. Kabata, and C. Sommerville. 1986. Host susceptibility to *Lernaea cyprinacea* L. and its treatment in a large aquarium system. *J. Fish Dis.* 9(5):393-401.
- Shaw, William, and Gordon A. McFarlane. 1986. Biology, distribution and abundance of walleye pollock (*Theragra chalcogramma*) off the west coast of Canada. *INPFC Bull. No.* 45:262-283.
- Shepherd, B. G., G. F. Hartman, and W. J. Wilson. 1986. Relationships between stream and intra-gravel temperatures in coastal drainages, and some implications for fisheries workers. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 43:1818-1822.
- Shortreed, K. S., and J. G. Stockner. 1986. Trophic status of 19 sub-arctic lakes in the Yukon Territories. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 43:797-805.
- Sloan, N. A. 1986. Sea Cucumber. In *Invertebrate and marine plant fishery resources of British Columbia*, ed. G. S. Jamieson and K. Francis, 3-8. *Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci.* 91.
- Sloan, N. A. 1986. World jellyfish and tunicate fisheries and the N.E. Pacific echinoderm fishery. In *North Pacific workshop on stock assessment and management of invertebrates*, ed. G. S. Jamieson and N. Bourne, 23-33. *Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci.* 92.

- Smith, Barry D. 1986. The implications of population dynamics and interspecific competition for harvest management of *Laminaria* in Nova Scotia. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 33:7-18.
- Stehr, C., and D. J. Whitaker. 1986. Host-parasite interaction of the myxosporeans *Kudoa paniformis* Kabata & Whitaker, 1981 and *Kudoa thyrsites* (Gilchrist, 1924) in the muscle of Pacific whiting, *Merluccius productus* (Ayres): an ultrastructural study. *J. Fish Dis.* 9(6):505-517.
- Stockner, J. G., and N. J. Antia. 1986. Algal picoplankton from marine and freshwater ecosystems: a multidisciplinary perspective. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 43:2472-2503.
- Sumpter, J. P., and E. M. Donaldson. 1986. The development and validation of a radioimmunoassay to measure blood ACTH levels in salmonid fishes. *Gen. Comp. Endocrinol.* 62:367-376.
- Sumpter, J. P., H. M. Dye, and T. J. Benfey. 1986. The effects of stress on plasma ACTH, -MSH, and cortisol levels in salmonid fishes. *Gen. Comp. Endocrinol.* 62:377-385.
- Swales, S., R. B. Laurier, and C. D. Levings. 1986. Winter habitat preferences of juvenile salmonids in two interior rivers in British Columbia. *Can. J. Zool.* 64:1506-1514.
- Thomas, Wm. K., R. E. Withler, and A. T. Beckenbach. 1986. Mitochondrial DNA sequence evolution in Pacific salmonids. *Can. J. Zool.* 64:1058-1064.
- Traxler, G. S. 1986. An epizootic of infectious haematopoietic necrosis in 2-year-old kokanee, *Oncorhynchus nerka* (Walbaum) at Lake Cowichan, British Columbia. *J. Fish Dis.* 9(6):545-549.
- Tyler, A. V., and S. J. Westrheim. 1986. Effects of transport, temperature, and stock size on recruitment of Pacific cod (*Gadus macrocephalus*). *INPFC Bull.* 47:175-189.
- Van Der Kraak, G., and E. M. Donaldson. 1986. Steroidogenic capacity of coho salmon ovarian follicles throughout the periovulatory period. *Fish Biochem. Physiol.* 1:179-186.
- Van Der Kraak, G., E. M. Donaldson, and J. P. Chang. 1986. Dopamine involvement in the regulation of gonadotropin secretion in coho salmon. *Can. J. Zool.* 64:1245-1248.
- Waldichuk, M. 1986. Biological availability of metals as a factor in monitoring marine sediments for pollution. In *Integrated Global Ocean Monitoring: Proc. of the 1st International Symposium*, Vol. 2, ed. Yu. A. Israel, A. V. Tsyban, A. S. Sarkisyan, S. P. Barinova, O. E. Geroimenkova, and V. O. Mamayev, 30-61. Leningrad Gidrometeoizdat, U.S.S.R.
- Waldichuk, M. 1986. Management of the estuarine ecosystem against cumulative effects of pollution and development. In *Proceedings of the Workshop on Cumulative Environmental Effects: A Binational Perspective*, ed. G. E. Beanlands, W. J. Erckmann, G. H. Orians, J. O'Riordan, D. Policansky, M. H. Sadar, and B. Sadler, 93-105. The Canadian Environmental Assessment Research Council (CEARC), Ottawa, and U.S. National Research Council (NRC), Washington, D.C.
- Walters, C., and B. Riddell. 1986. Multiple objectives in salmon management: The chinook sport fishery in the Strait of Georgia, B.C. *Northwest Envir. J.* 2(1):15.
- Walters, Carl J., M. Stocker, A. V. Tyler, and S. J. Westrheim. 1986. Interaction between Pacific cod

- (*Gadus macrocephalus*) and herring (*Clupea harengus pallasii*) in Hecate Strait, British Columbia. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 43:830-837.
- Ware, D. M., and G. A. McFarlane. 1986. Relative impact of Pacific hake, sablefish and Pacific cod on west coast of Vancouver Island herring stocks. *INPFC Bull.* 47:67-77.
- Welch, D. W. 1986. Identifying the stock-recruitment relationship for age-structured populations using time-invariant matched linear filters. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 43:108-123.
- Westrheim, S. J., and R. P. Foucher. 1986. Fluctuations in year-class abundance of Pacific cod (*Gadus macrocephalus*) off western Canada. *INPFC Bull.* 45:287-294.
- Whyte, J. N. C., J. R. Englar, B. L. Carswell, and K. E. Medic. 1986. Influence of starvation and subsequent feeding, on body composition and energy reserves in the prawn *Pandalus platyceros* Brandt. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 43:1142-1148.
- Williams, I. V., and J. R. Brett. 1986. The critical swimming speed of Fraser and Thompson River pink salmon. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 43:348-356.
- Williams, I. V., J. R. Brett, G. R. Bell, G. S. Traxler, J. Bagshaw, J. R. McBride, U. H. M. Fagerlund, H. M. Dye, J. P. Sumpter, E. M. Donaldson, E. Bilinski, H. Tsuyuki, M. D. Peters, E. M. Choromanski, J. H. Y. Cheng, and W. L. Coleridge. 1986. The 1983 early run Fraser and Thompson River pink salmon; morphology, energetics and fish health. *Int. Pac. Salmon Fish. Comm. Bull.* 23:55 p.
- Withler, R. E. 1986. Genetic variation in carotenoid pigment deposition in the red-fleshed and white-fleshed chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) of Quesnel River, British Columbia. *Can. J. Gen. Cyt.* 28:587-594.
- Withler, R. E., J. D. McPhail, and R. H. Devlin. 1986. Electrophoretic polymorphism and sexual dimorphism in the freshwater and anadromous threespine sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus*) of the Little Campbell River, British Columbia. *Biochem. Genet.* 24:701-713.
- Wood, C. C. 1986. Dispersion of common merganser (*Mergus merganser*) breeding pairs in relation to the availability of juvenile Pacific salmon in Vancouver Island streams. *Can. J. Zool.* 64:756-765.
- Youson, John H., and Richard J. Beamish. 1986. Morphological comparison of organs in several species of lampreys on the west coast of Canada. In *Indo-Pacific Fish Biology: Proc. of the Second International Conference on Indo-Pacific Fishes*, ed. T. Uyeno, R. Arai, T. Taniuchi and K. Matsuura, 1986, p. 926. Ichthyological Society of Japan, Tokyo.

(2) Autres publications

- Barner, L. W., C. B. Murray, and T. D. Beacham. 1986. *Size, age, meristics and morphometrics of chum salmon returning to British Columbia during 1983-1985.* Can. Tech. Rep. Fish. Aqua Sci. 1484:42p.

- Birtwell, I. K., and G. M. Kruzynski. 1986. A laboratory apparatus for studying organisms in stratified waters. In *Proc. eleventh annual aquatic toxicity workshop: November 13-15, 1984. Vancouver, B. C.*, ed. G. H. Geen and K. L. Woodward, 173-177. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 1480.
- Birtwell, I. K., and J. Andrew. 1986. Effects of biota. In *Toxic chemicals research needs in the lower Fraser River: workshop proceedings*, 71-88. Environment Canada, Regional Toxic Chemicals Committee, Vancouver, B.C.
- Bower, S. M., R. Harbo, B. Adkins, and N. Bourne. 1986. *Investigation of Manila clam (Tapes philippinarum) mortalities during the spring of 1985 in the Strait of Georgia, with a detailed study of the problem on Savary Island, British Columbia*. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 1444:25 p.
- Brown, T. J., B. A. Kask, M. S. Kotyk, C. D. McAllister, C. D. Levings, and J. S. Macdonald. 1986. *Salmonid catch-data from Campbell River and Discovery Passage, 1986*. Can. Data Rep. Fish. Aquat. Sci. 617:61 p.
- Brown, T. J., B. A. Kask, C. D. McAllister, M. S. Kotyk, C. D. Levings, and J. S. Macdonald. 1986. *Campbell River zooplankton samples*. Can. Data Rep. Fish. Aquat. Sci. 618:29 p.
- Brown, T. J., B. A. Kask, C. D. McAllister, M. Kotyk, C. D. Levings, and J. S. Macdonald. 1986. *1985 Campbell River zooplankton samples*. Can. Data Rep. Fish. Aquat. Sci. 572:45 p.
- Burt, D. W., and J. H. Mundie. 1986. *Case histories of regulated stream flow and its effects on salmonid populations*. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 1477:98 p.
- Byres, R. D., and J. A. Servizi. 1986. *Dissolved atmospheric gases and reaeration coefficients for the Nechako River*. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 1459:83 p.
- Carmichael, J. R., and N. Bourne. 1986. *Proposed techniques for the assessment of recreational invertebrate harvest in British Columbia*. Can. MS Rep. Fish. Aquat. Sci. 1869:30 p.
- Carter, E. W., L. A. Lapi, and E. A. R. Ball. 1986. *Catch, size, and age of chinook and coho salmon taken in the Strait of Georgia troll fishery in 1983*. Can. Data Rep. Fish. Aquat. Sci. 585:96 p.
- Carter, E. W., L. A. Lapi, and E. A. R. Ball. 1986. *Catch, size and age of chinook and coho salmon taken in the Strait of Georgia troll fishery in 1984 and comparisons with 1983 data*. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 1456:73 p.
- Cass, A. J. 1986. 2. Lingcod. In *Groundfish stock assessments for the west coast of Canada in 1985 and recommended yield options for 1986*, ed. A. V. Tyler, R. P. Foucher and J. Fargo, 2-12. Can. MS. Rep. Fish. Aquat. Sci. 1897.
- Cass, A. J., G. A. McFarlane, M. S. Smith, I. Barber, and K. Rutherford. 1986. *Lingcod tagging in the Strait of Georgia, 1983-84*. Can. MS. Rep. Fish. Aquat. Sci. 1875:49 p.
- Cass, A. J., J. R. Selsby, and L. J. Richards. 1986. *Lingcod maturity cruise off southwest Vancouver Island and in Queen Charlotte Sound, R/V G. B. Reed, August 20-September 5, 1985*. Can. Data Rep. Fish. Aquat. Sci. 594. 78 p.
- Cass, A. J., L. J. Richards, and J. R. Selsby. 1986. *A summary of rockfish samples collected from the*

- commercial handline fishery in Statistical Area 13 between July 1984 and March 1985. Can. MS Rep. Fish. Aquat. Sci. 1881:49 p.
- Fargo, J. 1986. 4. Flatfish. In *Groundfish stock assessments for the west coast of Canada in 1985 and recommended yield options for 1986*, ed. A. V. Tyler, R. P. Foucher and J. Fargo, 16-29. Can. MS Rep. Fish. Aquat. Sci. 1897.
- Fargo, J., and D. Davenport. 1986. *F/V Double Decker species assemblage survey of Hecate Strait, Jan. 30-Feb. 19, 1986*. Can. Data Rep. Fish. Aquat. Sci. 603:106 p.
- Fargo, J., and S. J. Westrheim. 1986. *Results of the annual trawl surveys of juvenile flatfish in Hecate Strait, 1980-85*. Can. MS Rep. Fish. Aquat. Sci. 1884:71 p.
- Fleming, J. O., J. S. Nathan, C. MacPherson, and C. D. Levings. 1986. *Survey of juvenile salmonids in gravity-fed irrigation ditches, Nicola and Coldwater River valleys, 1985*. Can. Data Rep. Fish. Aquat. Sci. 662:47 p.
- Gjernes, T. W., K. D. Hyatt, and D. P. Rankin. 1986. *Development of specifications for the use of an uncalibrated echo sounder to estimate populations of small limnetic fish*. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 1509:35 p.
- Groot, C., K. Cooke, G. Ellis, and R. Bailey. 1986. *Data record of juvenile sockeye salmon and other fish species captured by purse seine and trawl in the Strait of Georgia, Johnstone Strait, and Queen Charlotte Strait in 1982, 1983, 1984, and 1985*. Can. Data Rep. Fish. Aquat. Sci. 561:150 p.
- Haegele, C. W. (ed.). 1986. *Proc. fifth Pacific coast herring workshop, October 29-30, 1985*. Can. MS Rep. Fish. Aquat. Sci. 1871:164 p.
- Haegele, C. W. 1986. Egg loss in British Columbia herring spawns. In *Proc. fifth Pacific coast herring workshop, October 29-30, 1985*. ed. C. W. Haegele, 141-142. Can. MS Rep. Fish. Aquat. Sci. 1871.
- Haegele, C. W. 1986. Observed recovery rates for anchor tags in British Columbia herring. In *Proc. fifth Pacific coast herring workshop, October 29-30, 1985*. ed. C. W. Haegele, 92-93. Can. MS Rep. Fish. Aquat. Sci. 1871.
- Haegele, C. W. 1986. *Returns from anchor taggings of herring in British Columbia, 1979 to 1985*. Can. Data Rep. Fish. Aquat. Sci. 582:129 p.
- Haist, V. 1986. Evaluation of certain aspects of B.C. herring stock dynamics. In *Proc. fifth Pacific coast herring workshop, October 29-30, 1985*. ed. C. W. Haegele, 50-58. Can. MS Rep. Fish. Aquat. Sci. 1871.
- Haist, V., J. F. Schweigert, and M. Stocker. 1986. *Stock assessments for British Columbia herring in 1985 and forecasts of the potential catch in 1986*. Can. MS Rep. Fish. Aquat. Sci. 1889:48 p.
- Hamer, B. L., N. L. Venables, J. B. Lucas, and D. P. Adams. 1986. *An inventory of biological samples taken in the British Columbia groundfish fishery during 1985*. Can. Data Rep. Fish. Aquat. Sci. 606:15 p.

- Hartman, G. F., and J. C. Scrivener. 1986. Some strategy considerations for small stream restoration and enhancement with special emphasis on high rainfall area streams such as Carnation Creek. In *Proc. workshop on habitat improvements, May 8-10, 1984. Whistler, British Columbia*, ed. J. H. Patterson, 69-84. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 1483.
- Hay, D. E. 1986. A stock hypothesis based on spawn and winter distribution. In *Proc. fifth Pacific coast herring workshop, October 29-30, 1985*, ed. C. W. Haegle, 145-148. Can. MS Rep. Fish. Aquat. Sci. 1871.
- Hay, D. E., and P. B. McCarter. 1986. Feeding and summer distribution of herring and other pelagic fishes. In *Hecate Strait Project: results of the first two years of multispecies research*, ed. A. V. Tyler, 20-21. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 1470:50 p.
- Hay, D. E. 1986. Larval herring distribution in Hecate Strait. In *Hecate Strait Project: results of the first two years of multispecies research*, ed. A. V. Tyler, p. 31. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 1470:50 p.
- Hay, D. E., R. Kieser, and P. B. McCarter. 1986. Distribution of herring in Winter. In *Hecate Strait Project: results of the first two years of multispecies research*, ed. A.V. Tyler, 11-15. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 1470.
- Healey, M. C. 1986. *Regional and seasonal attributes of catch in the British Columbia troll fishery*. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 1494:65 p.
- Healey, M. C., B. Riddell, F. P. Jordan, and J. F. T. Morris. 1986. *The 1981-1983 west coast troll log book project: 4. Biological data for chinook (Oncorhynchus tshawytscha) and coho (O. kitsutch) salmon*. Can. Data Rep. Fish. Aquat. Sci. 573:1036 p.
- Healey, M. C., B. Riddell, F. P. Jordan, and J. F. T. Morris. 1986. *The 1981-1983 west coast troll log book project: 5. Data from the 1982 and 1983 seasons on the food habits of chinook (Oncorhynchus tshawytscha) and coho (O. kisutch) salmon*. Can. Data Rep. Fish. Aquat. Sci. 591:936 p.
- Hyatt, K. D. 1986. Some options for habitat manipulation in B.C. coastal lakes to enhance salmonid production. In *Proc. Workshop on Habitat Improvements, Whistler, B.C., 8-10 May, 1984*, ed. J. H. Patterson, 35-37. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 1483.
- Jamieson, G. S., C. K. Robinson, and T. H. Butler. 1986. *King and Tanner crabs in northern British Columbia mainland inlets, May 4-June 18, 1982*. Can. MS Rep. Fish. Aquat. Sci. 1880:127 p.
- Johnston, N. T., J. R. Irvine, and C. J. Perrin. 1986. *A comparative evaluation of fence count, mark-recapture and Bendix sonar estimates of salmon escapements in the Keogh River, a variable-flow coastal B.C. stream*. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 1453:44 p.
- Johnston, N. T., J. R. Irvine, and C. J. Perrin. 1986. *Catch, size, and tagging data for adult salmonid runs into the Keogh River, B.C., 1985*. Can. Data Rep. Fish. Aquat. Sci. 592:80 p.
- Jordan, F. P., and E. W. Carter. 1986. *1985 West coast troll log program*. Can. Data Rep. Fish. Aquat. Sci. 587:48 p.
- Kask, B. A., and T. J. Brown. 1986. *Epibenthic sled samples from Campbell River estuary and Discovery Passage 1984*. Can. Data Rep. Fish. Aquat. Sci. 612:141 p.

- Kask, B. A., T. J. Brown, and C. D. McAllister. 1986. *Nearshore epibenthos of the Campbell River estuary and Discovery Passage, 1982, in relation to juvenile chinook diets*. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 1449:53 p.
- Kotyk, M. S., T. J. Brown, B. A. Kask, C. D. Levings, C. D. McAllister, and J. S. Macdonald. 1986. *Data record on coded wire tags recovered from juvenile salmonids at Campbell River estuary and Discovery Passage, 1985*. Can. Data Rep. Fish. Aquat. Sci. 581:19 p.
- Kotyk, M. S., T. J. Brown, B. A. Kask, C. D. Levings, C. D. McAllister, J. S. Macdonald, and B. D. Chang. 1986. *Length and weight data for unmarked juvenile salmonids sampled in the Campbell River estuary and Discovery Passage, 1984*. Can. Data Rep. Fish. Aquat. Sci. 513:54 p.
- Kreiberg, H. 1986. Progress in sac-roe impoundment research and options for management. In *Proc. fifth Pacific coast herring workshop, Oct. 29-30, 1985*, ed. C. W. Haegele, p. 37. Can. MS Rep. Fish. Aquat. Sci. No. 1871.
- Kreiberg, H., J. R. Brett, A. Solmie, and R. A. Carter. 1986. *A handbook on impounding sac-roe herring*. Can. Ind. Rep. Fish. Aquat. Sci. No. 168:46 p.
- Kruzynski, G. M., I. K. Birtwell, and I. H. Rogers. 1986. Studies on chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) and municipal waste from the Iona Island Sewage Treatment Plant, Vancouver, B.C. In *Proc. eleventh annual aquatic toxicity workshop: November 13-15, 1984. Vancouver, B.C.*, ed. G. H. Geen and K. L. Woodward, 240-250. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 1480.
- Lauzier, R. B., and C. A. McPherson. 1986. *Length and weight data for juvenile salmonids sampled during rearing studies in the Nicola/Coldwater River system, during December 1984 and in 1985*. Can. Data Rep. Fish. Aquat. Sci. 599:165 p.
- Leaman, B. M. 1986. 9. Slope rockfishes. In *Groundfish stock assessments for the west coast of Canada in 1985 and recommended yield options for 1986*, ed. A. V. Tyler, R. P. Foucher and J. Fargo, 57-75. Can. MS Rep. Fish. Aquat. Sci. 1897.
- Leaman, B. M., and D. A. Nagtegaal. 1986. *Biomass survey of rockfish stocks in the Dixon Entrance-Southeast Alaska region, July 5-22, 1983 (R/V G. B. Reed and M/V Free Enterprise No. 1)*. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 1510:63 p.
- Leaman, J. E. 1986. *Catch and effort statistics of the Canadian groundfish fishery on the Pacific coast in 1985*. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 1508: 80 p.
- McCarter, P. B., C. W. Haegele, D. C. Miller, and D. E. Hay. 1986. *Hecate Strait herring survey July 22-August 8, 1985, G. B. Reed Cruise 85-8*. Can. Data Rep. Fish. Aquat. Sci. 615:35 p.
- Morley, R. B., and D. Brouwer. 1986. *A time and size at release study on chum salmon. Details of releases from Conuma Hatchery in the spring of 1985*. Can. MS Rep. Fish. Aquat. Sci. No. 1901: 20 p.
- Mundie, J. H. 1986. Stream morphology and enrichment, p. 104-107. In Patterson, J. (ed.) *Proc. Habitat Improvement Workshop*. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 1483.
- Nagtegaal, D. A., B. M. Leaman, and R. D. Stanley. 1986. *Catches and trawl locations of R/V G. B. Reed and M/V Eastward Ho during the Pacific Ocean perch assessment cruise to Queen Charlotte Sound*,

- August-September, 1984. Can. Data Rep. Fish. Aquat. Sci. 611:109 p.
- Noakes, D., and G. S. Jamieson. 1986. *Preliminary analysis of British Columbia commercial landing statistics for 1979 to 1984 inclusive: a multispecies approach*. Can. MS Rep. Fish. Aquat. Sci. 1882:191 p.
- Quinn, T. P., K. D. Cooke, and G. Ellis. 1986. *The responses of adult sockeye salmon (Oncorhynchus nerka) to a commercial purse seine*. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 1511:13 p.
- Rankin, D. P., and J. E. Radziul. 1986. *Zooplankton abundance and size in British Columbia lakes sampled by the lake enrichment program in 1980*. Can. Data Rep. Fish. Aquat. Sci. 589:174 p.
- Rankin, D. P., and J. E. Radziul. 1986. *Zooplankton abundance and size in British Columbia lakes sampled by the lake enrichment program in 1979*. Can. Data Rep. Fish. Aquat. Sci. 588:9 p.
- Richards, L. J. 1986. PSARC Working Paper G86-1. *1986 Assessment for commercially exploited rockfish stocks in the Strait of Georgia*. Can. MS Rep. Fish. Aquat. Sci. 1885:55 p.
- Richards, L. J., H. I. McElderry, J. Carolsfeld, and C. P. Lauridsen. 1986. *SCUBA survey of rockfish assemblages in the Strait of Georgia, B.C. Statistical Areas 15 and 16), September to November 1985*. Can. Data Rep. Fish. Aquat. Sci. 586:112 p.
- Rogers, I. H., I. K. Birtwell, and G. M. Kruzynski. 1986. *Organic extractables in primary treated municipal wastewater and uptake in exposed juvenile chinook salmon. A preliminary study at Iona Island sewage treatment plant, Vancouver, B.C.* Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 1433:35 p.
- Rosenfeld, L., and V. Haist. 1986. *Summary of British Columbia herring sampling data for the 1985-86 season*. Can. Data Rep. Fish. Aquat. Sci. 619:125 p.
- Rutherford, D. T., K. D. Hyatt, J. E. Radziul, and G. J. Steer. 1986. *Physical parameters of sockeye salmon (Oncorhynchus nerka) rearing lakes under study by the Enhancement Assessment Unit*. Can. MS Rep. Fish. Aquat. Sci. 1878:119 p.
- Saunders, M. 1986. 5. Sablefish. In *Groundfish stock assessments for the west coast of Canada in 1985 and recommended yield options for 1986*, ed. A. V. Tyler, R. P. Foucher and J. Fargo, 30-34. Can. MS Rep. Fish. Aquat. Sci. 1897.
- Saunders, M. 1986. 7. Dogfish. In *Groundfish stock assessments for the west coast of Canada in 1985 and recommended yield options for 1986*, ed. A. V. Tyler, R. P. Foucher and J. Fargo, 41-50. Can. MS Rep. Fish. Aquat. Sci. 1897.
- Saunders, M., and W. Shaw. 1986. 8. Walleye pollock. In *Groundfish stock assessments for the west coast of Canada in 1985 and recommended yield options for 1986*, ed. A. V. Tyler, R. P. Foucher and J. Fargo, 51-56. Can. MS Rep. Fish. Aquat. Sci. 1897.
- Saunders, M. W., R. P. Foucher, A. V. Tyler, and D. F. Moore. 1986. *Groundfish food-resource division sub-project of the Hecate Strait Project R/V G. B. Reed cruises in Hecate Strait, B.C., during June 7-17, and September 23-October 4, 1985*. Can. Data Rep. Fish. Aquat. Sci. 602:209 p.
- Schweigert, J. F. 1986. A multivariate approach to describe Pacific herring stocks from size at age and

- age structure information. In *Proc. fifth Pacific coast herring workshop, October 29-30, 1985*, ed. C. W. Haegele, 149-150. Can. MS Rep. Fish. Aquat. Sci. 1871.
- Shaw, W., and M. Saunders. 1986. 6. Pacific hake. In *Groundfish stock assessments for the west coast of Canada in 1985 and recommended yield options for 1986*. ed. A. V. Tyler, R. P. Foucher and J. Fargo, 35-40. Can. MS Rep. Fish. Aquat. Sci. 1897.
- Shaw, W., G. A. McFarlane, and S. E. MacLellan. 1986. *Biological survey of Pacific hake, walleye pollock and spiny dogfish in the Strait of Georgia. R/V G. B. Reed, March 19-30, 1984*. Can. Data Rep. Fish. Aquat. Sci. 590:95 p.
- Shirvell, C. S. 1986. *Pitfalls of physical habitat simulation in the instream flow incremental methodology*. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 1460:68 p.
- Solar, I. I., I. J. Baker, E. M. Donaldson, G. A. Hunter, and E. T. Stone. 1986. *Coded wire tag recoveries from the first release of all-female and sterile groups of coho salmon (O. kitsutch) into the marine environment*. Can. Data Rep. Fish. Aquat. Sci. No. 609:29 p.
- Stanley, R. 1986. 10. Shelf rockfish (silvergray, yellowtail, canary rockfish). In *Groundfish stock assessments for the west coast of Canada in 1985 and recommended yield options for 1986*, ed. A. V. Tyler, R. P. Foucher and J. Fargo, 76-104. Can. MS Rep. Fish. Aquat. Sci. 1897.
- Steer, G. J., N. B. F. Cousens, H. Stiff, and K. D. Hyatt. 1986. *An analysis of gear selectivity and sources of bias in estimates of age and stock composition of the 1980-1984 Barkley Sound sockeye salmon (Oncorhynchus nerka) catch*. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 1445:81 p.
- Stocker, M. 1986. Environmental-dependent Ricker stock-recruitment models for Pacific herring (*Clupea harengus pallasii*). In *Proc. fifth Pacific coast herring workshop, October 29-30, 1985*, ed. C. W. Haegele, 119-125. Can. MS Rep. Fish. Aquat. Sci. 1871.
- Stocker, M. 1986. Forecasting year-class strengths of Pacific herring using environment-dependent Ricker stock-recruitment models. In *Hecate Strait project: research results of the first two years*, ed. A. V. Tyler, 32-35. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 1470:50 p.
- Tanasichuk, R. W., and D. M. Ware. 1986. The influence of inter-annual variations in winter sea temperatures on the fecundity and egg size of Pacific herring. In *Proc. fifth Pacific Coast herring Workshop, October 29-30, 1985*, ed. C. W. Haegele, p. 105. Can. MS Rep. Fish. Aquat. Sci. 1871.
- Tyler, A. V. (ed.). 1986. *Hecate Strait Project: Results of the first two years of multispecies fisheries research*. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 1470:50 p.
- Tyler, A. V., L. J. Richards, and C. J. Walters. 1986. *Hecate Strait Project report on the Hecate Strait ecosystem modelling workshop*. Can. MS Rep. Fish. Aquat. Sci. 1879:23 p.
- Tyler, A. V., R. P. Foucher, and J. Fargo (ed.). 1986. *Groundfish stock assessments for the west coast of Canada in 1985 and recommended yield options for 1986*. Can. MS Rep. Fish. Aquat. Sci. 1897: 108 p.
- Tyler, A. V., S. J. Westrheim, and R. P. Foucher. 1986. 3. Pacific cod, p. 13-15. In A. V. Tyler, R. P. Foucher and J. Fargo. (ed.) *Groundfish stock assessment for the west coast of Canada in 1985 and*

- recommended yield options for 1986*. Can. MS Rep. Fish. Aquat. Sci. 1897.
- Vespestad, V., and M. Stocker. 1986. Workshop summary. In *Proc. Fifth Pacific Coast Herring Workshop*, October 29-30, 1985, ed. C. W. Haegele, 163-164. Can. MS Rep. Fish. Aquat. Sci. 1871.
- Welch, D., and R. P. Foucher. 1986. Analysis of natural population regulation in Hecate Strait Pacific cod. In *Hecate Strait project: results of the first two years of multispecies fisheries research*, ed. A. V. Tyler, 49-50. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 1470.
- Westrheim, S. J., and M. G. Pedersen. 1986. *An anomalous Pacific cod fishery in Juan de Fuca Strait*. Can. MS Rep. Fish. Aquat. Sci. 1891:55 p.
- Whitaker, D. J. 1986. *Intensity of infection by two species of the myxosporean parasite Kudoa and its distribution in six areas of the flesh of Pacific hake (Merluccius productus)*. Can. Data Rep. Fish. Aquat. Sci. 598:23 p.
- Withler, R. E., W. C. Clarke, B. E. Riddell, and H. Kreiberg. 1986. *Freshwater survival and growth of chinook salmon (Oncorhynchus tshawytscha) under hatchery conditions*. Can. Data Rep. Fish. Aquat. Sci. 583:37 p.

Annexe II

Personnel permanent 1986/87



Directeur régional des sciences

Davis, J.C.; B.Sc., M.Sc., Ph.D. (Brit. Col.)

Cornford, A.B.; B.Sc. (McMaster), Ph.D. (Brit. Col.)

McDonald, L.J.

Hydrographie

Directeur, Hydrographie:

O'Connor, A.D.; C.L.S.

Ages, A.B.; B.A.Sc., M.A.Sc. (Brit. Col.), P.Eng.

Bell, R.D.

Canning, B.

Chan, L.M.

Chapeskie, R.E.

Coldham, F.A.

Crawford, W.R.; B.Sc., M.A.Sc. (Waterloo), Ph.D. (Brit. Col.)

Crowley, J.V.; C.L.S.

Crowther, W.S.; CC (Ont. Inst. Chartered Cartographers)

Curran, T.A.; B.A.Sc. (EE), M.Sc. (Brit. Col.),
 P.Eng.
 Czotter, K.L.; Dip. (BCIT)
 Dobson, D.G.
 Dorosh, L.W.; Dip. (BCIT)
 Douglas, A.; B.Sc. (Victoria)
 Earl, E.L.P.
 Eaton, G.H.; Dip. (BCIT), B.Sc. (New Brunswick),
 C.L.S., P.Eng.
 Fairfield, M.E.**
 Farmer, P.M.
 Fisher, D.L.
 Galloway, J.L.; B.A.Sc. (EE), M.A.Sc. (EE) (Brit.
 Col.), P.Eng.
 Gould, J.M.
 Gresham, G.E.
 Halcro, K.; Dip. (BCIT)
 Hare, R.; Dip. (BCIT), C.L.S.
 Hermiston, F.V.
 Hinds, E.W.; Dip. (BCIT)
 Hinds, S.D.*
 Hohl, M.
 Hollinger, C.; Dip. (BCIT)*
 Holman, K.R.
 Huggett, W.S.; Master (FG), C.L.S.
 Jackson, D.M.; B.Sc. (Victoria)
 Jackson, T.L.
 Jennings, M.J.
 Jodrell, D.A.
 Johnson, B.A.; Dip. (BCIT)
 Kenny, B.
 Kerr, B.; Dip. (Seneca), B.A. (York)
 Kidson, G.G.
 Korhonen, R.K.
 Larkin, J.B.; B.Sc. (Prince Edward Island)
 Lee, K.S.
 Lewis, B.V.; Dip. (BCIT)
 Loschiavo, R.; Dip. (BCIT)
 Lusk, B.M.; Master (350T), C.L.S.
 Lyngberg, K.; Dip. (BCIT)
 Lyon, A.G.
 MacPhail, G.
 Milner, P.R.; Dip. (BCIT)
 Moody, A.E.***
 Mortimer, A.R.; Master (FG), B.Sc. (Victoria),
 C.L.S.****
 Muse, R.A.; Trade Cert. CAF

Nowak, C.; Dip. (BCIT)
 Parkhouse, P.J.
 Parks, J.R.; B.A.Sc. (EE) (Brit. Col.)
 Pfluger, H.A.
 Philp, A.R.
 Pickell, L.M.
 Pierce, R.A.
 Popejoy, R.D.
 Prince, D.W.; B.A. (Victoria)
 Rapatz, W.J.; B.Sc. (Victoria), C.L.S.
 Raymond, A.R.; Dip. (Algonquin)
 Redman, D.
 Richardson, G.E.; C.L.S.
 Roberts, J.W.; Master (FG), Cdr. RCN (Ret'd)*
 Ross, A.D.; CC (Ont. Inst. Chartered
 Cartographers)
 Sadlish, J.P.
 Sandilands, R.W.; Lt. (H) RN (Ret'd), C.L.S.,
 FRGS
 Sargent, E.D.; Dip. (BCIT)
 Schlagintweit, G.E.; Dip. (BCIT)
 Schofield, A.J.
 Schofield, B.D.; B.Sc. (Victoria)
 Smedley, A.J.; L. Cdr. RCN (Ret'd)
 Smith, A.; Master (FG)
 Smith, G.R.; B.A.Sc. (ME) (Brit. Col.), P.Eng.
 Steeples, J.; Cert. Mech. Eng. (Edinburgh)
 Stephenson, F.E.; B.Sc. (Victoria)
 Taylor, W.R.
 Thompson, L.G.
 Thomson, A.D.; Dip. (BCIT)
 Tuck, B.D.; B.Sc. (Victoria)
 Vear, M.
 Ward, M.M.; Dip. (BCIT), B.A. (Lakehead)
 Watt, B.M.
 Wells, I.C.; B.Sc. (Victoria)
 Whincup, G.
 Woods, M.V.; Dip. (BCIT), B.Sc. (Calgary)
 Woodward, M.J.; B.Sc. (Victoria), M.Sc. (Toronto)
 Woolley, R.; Dip. (BCIT)
 Yee, J.

* Départ en 1986-1987
 ** Arrivée en 1986-1987
 *** Mutation à la Division d'océanographie
 physique
 **** En détachement à la région du Québec

Océanographie physique

Chef de division :

Garrett, J.F.; B.A. (Harvard), Ph.D. (Brit. Col.)

Bell, W.H.*; B.A. Sc. (Brit. Col.), M.Sc. (Hawaii),
P. Eng.

Bennett, A.F.; B.Sc. (Western Australia), M.S.,
Ph.D. (Harvard)

Bingham, R.W.

Budgell, W.P.; B.A.Sc. (Waterloo), M.Eng.
(McMaster), Ph.D. (Waterloo)

Carnack, E.C.***; B.Sc. (Arizona State), Ph.D.
(Washington)

Chase, G.W.; Dip. (BCIT)

Cooke, R.A.; Dip. (RCC)

Crean, P.B.; B.Sc. (Dublin), M.A.Sc. (Toronto),
Ph.D. (Liverpool)

Cummins, P.F.**; B.Eng. (Concordia), M.Sc.
(Brit. Col.)

de Jong, C.; Dip. (VMTO)

Delacretaz, A.

Farmer, D.M.; B. Comm., M.Sc. (McGill), Ph.D.
(Brit. Col.)

Francis, D.B.; B.Sc. (Victoria)

Freeland, H.J.; B.A. (Essex), Ph.D. (Dalhousie)

Gargett, A.E.; B.Sc. (Manitoba), Ph.D. (Brit. Col.)

Gower, J.F.R.; B.A., M.A., Ph.D. (Cantab)

Henry, R.F.; B.Sc. (Edinburgh), Ph.D. (Cantab)

Holloway, G.; B.A., M.S., Ph.D. (California)

Johnston, P.; Dip. (BCIT)

Kamitakahara, G.R.; B.Sc. (Toronto)

Koppel, A.W.

Kimber, P.M.

Lake, R.A.; B.Sc. (Brit. Col.), M.Sc. (Washington)

Lee, A.Y.P.; B.Sc. (Victoria)

Lewis, E.L.; B.Sc., M.Sc., Ph.D. (London)

Love, J.

Mathias, A.L.

Melling, H.; B.Sc., M.Sc., Ph.D. (Toronto)

Minkley, B.G.; Dip. (BCIT)

Miyake, M.; B.S. (EE) (Drexel), M.S., Ph.D.
(Washington)

Moonie, J.A.

Moorhouse, S.W.

Murty, T.S.; B.Sc., M.Sc. (Andhra), M.S., Ph.D.
(Chicago)

Perkin, R.G.; B.A.Sc., M.Sc. (Brit. Col.)

Pite, H.; B.Sc. (Victoria), Ph.D. (Sydney)

Quay, L.

Richards, D.L.

Spearing, L.A.F.; B.Sc. (Brit. Col.)

Stickland, J.A.

Stucchi, D.J.; B.A.Sc. (York), M.Sc. (Dalhousie)

Sudar, R.B.; B.A.Sc. (Toronto)

Tabata, S.; B.A., M.A. (Brit. Col.), D.Sc. (Tokyo)

Teichrob, R.C.; Dip. (BCIT)

Thomson, R.E.; B.Sc., Ph.D. (Brit. Col.)

Topham, D.R.; D.L.C., D.C.A.E., Ph.D.
(Loughborough)

Wallace, J.S.; Dip. (SAIT)

Warnes, T.M.; Dip. (Camosun)

* Départ en 1986-1987

** Arrivée en 1986-1987

*** En détachement à l'Institut national
de recherche en hydrologie

Chimie

Chef de division :

Wong, C.S.; B.Sc., M.Sc. (Hong Kong), Ph.D.
(Scripps), Dip. Mar. Sc. (UNESCO), F.R.S.
Chem. (U.K.), F.C.I.C.

Bellegay, R.D.; Dip. (NAIT), Assoc. Deg. in
Oceanography (Shoreline Community College)
Cretney, W.J.; B.Sc., Ph.D. (Brit. Col.)
Henderson, J.G.
Johnson, W.K.; Dip. (BCIT)
Macdonald, D.M.; B.A.Sc. (Brit. Col.), Dip.
(Camosun)
Macdonald, R.W.; B.Sc., Ph.D. (Dalhousie)
Mahood, H.²
McLaughlin, F.A.; B.Sc. (Victoria)
O'Brien, M.C.; B.Sc. (Alberta)

Paton, D.W.; B.Sc. (Brit. Col.)
Rogers, I.H.²; B.Sc. (Queen's, Belfast), M.Sc.,
Ph.D. (Brit. Col.)
Smith, G.L.; Dip. (NAIT)
Soutar, T.J.; Dip. (BCIT)
Thompson, J.A.J.; B.Sc. (McMaster), Ph.D.
(Alberta), F.C.I.C.
Whitney, F.A.; B.Sc. (Brit. Col.)

²Laboratoire de Vancouver-Ouest

Écologie marine

(voir sciences biologiques)

Évaluation des données

Chef de division :

Wilson, R.C.H.; B.Sc. (Simon Fraser), M.S.
(Western Washington)

Giovando, L.F.; B.A., M.A., Ph.D. (Brit. Col.)
Pitcher, J.A.*
Smiley, B.D.; B.Sc., M.Sc. (Alberta)

* Départ en 1986-1987

Direction des sciences biologiques

(Station biologique du Pacifique, Nanaimo, à moins d'indication contraire)

Directeur :

Beamish, R.J.; Ph.D. (Toronto)

Thomson, J.A.; M.Sc. (McGill)
Steele, A.
Gignac, C.

Saumon et activités internationales

Chef de section :

Bernard, F.R.; Ph.D. (London)

Ball, E.A.R.

Bams, R.A.; B.Sc. Hons., Nat. Phil. Drs. (Leyden)

Barner, L.W.

Beacham, T.D.; B.Sc. Hons. (Manitoba), Ph.D. (Brit. Col.)

Bigg, M.A.; Ph.D. (Brit. Col.)

Blackbourn, D.J.⁷; Ph.D.

Burke, M.

Carter, T.; Dip. Forest Tech. (Alberta)

Charles, K.

Chilton, D.

Christiansen, M.¹

Cooke, K.; B.Sc. (Alberta)

Crabtree, D.

Dodds, D.; B.Sc. (Victoria)

Elder, C.A.

Gjernes, T.; B.Sc. (Brit. Col.)

Groot, C.; B.Sc., M.Sc. (Amsterdam), Ph.D.(Leyden)

Gulich, W.

Hargreaves, B.; B.Sc. (Alberta), Ph.D. (Dalhousie)

Henderson, M.¹; Ph.D.

Holmes, M.

Holtby, B.; Ph.D. (Toronto)

Hudson, G.

Hungar, R.M.

Hyatt, K.; Ph.D. (Brit. Col.)

Irvine, J.²; B.Sc. Hons., M.Sc. (Brit. Col.), Ph.D. (Otago)

Janz, S.; B.Sc. (Alberta)

Jordan, F.P.

Kadowaki, R.K.; B.Sc. (McGill)

Kieser, R.; B.Sc. (Dalhousie), M.Sc. (New Brunswick), Ph.D.

Kuhn, B.

Lapi, L.; B.Sc. (Wisconsin), M.Sc. (Washington)

LeBrasseur, R.J.; B.Sc., M.Sc. (Brit. Col.), Ph.D. (Glasgow)

MacLellan, S.; B.Sc. (Brit. Col.)

McIlwaine, R.H.¹;

Miki, I.

Mulligan, T.J.; Ph.D. (Florida State)

Mundie, H.; Ph.D. (London)

Murray, C.B.

Nagtegaal, D.; B.Sc. (Simon Fraser)

Olesiuk, P.; B.Sc. (Manitoba)

Rankin, P.; B.Sc. (Victoria), M.Sc. (Brit. Col.)

Riddell, B.E.; B.Sc. (Guelph), Ph.D. (McGill)

Rutherford, D.; B.Sc. (Brit. Col.)

Rutherford, K.; B.Sc. (Victoria)

Schnute, J.; Ph.D. (Stanford)

Serbic, G.; Dip. (BCIT), B.Sc. (Brit. Col.)

Simpson, K.S.; B.Sc. (Simon Fraser), M.Sc. (Victoria)

Starr, P.¹

Steer, G.

Thompson, R.A.

Traber, R.

Wilson, K.H.

Wood, C.C.; B.Sc. (Simon Fraser), Ph.D. (Brit. Col.)

Écologie marine (Institut des sciences de la mer)

Chef de division :

Denman, K.L.; B.Sc. (Calgary), Ph.D. (Brit.Col.)

Brinkhurst, R.O.; B.Sc., Ph.D., D.Sc. (London)

Brown, R.M.; B.Sc. (Brit.Col.)

Forbes, J.R.; B.Sc. (Carleton), M.Sc. (Alberta)

Mackas, D.L.; B.S., M.S. (Washington), Ph.D. (Dalhousie)

Moore, D.F.; B.Sc. (McMaster)

Stone, M.

Santé du poisson et parasitologie

Chef de section :

Margolis, L.; B.Sc., M.Sc., Ph.D. (McGill)

Baglo, P.

Bell, G.R.; B.S.A. (Brit. Col.), M.Sc. (Iowa State),
Ph.D. (Western Ontario)

Bower, S.M.; B.Sc., M.Sc., Ph.D. (Guelph)

Evelyn, T.P.T.; B.S.A., M.S.A. (Toronto), Ph.D.
(Brit. Col.)

Hoskins, G.E.; R.T. (R.C.H.), B.Sc. (Alberta)

Kabata, Z.; B.Sc., Ph.D., D.Sc. (Aberdeen)

Ketcheson, J.E.; B.Sc. (Alberta)

Kieser, D.; B.Sc., M.Sc. (Dalhousie)

McDonald, T.E.; B.Sc. (Brit. Col.)

Mullen, K.E.; B.Sc. (Victoria)

Prosperi-Porta, G.; Dip. Chem. Analyst, Paolo

Parodi Delfino, Colleferro

Traxler, G.S.; B.Sc. (Washington)

Westby, C.M.; R.T., Can. Soc. Med. Technol.
(BCIT)

Whitaker, D.J.; B.Sc. (Victoria)

Poissons de fond

Chef de section :

McFarlane, G.A.; B.Sc. (Winnipeg)

Adams, D.; Dip. (BCIT)

Cass, A.; B.Sc. (Brit. Col.)

Davenport, D.

Fargo, J.; B.Sc. (Simon Fraser)

Foucher, R.P.; B.Sc. (Victoria)

Gillespie, G.E.; B.Sc. (Victoria)

Hand, C.M.; B.Sc. (Victoria)

Leaman, B.M.; B.Sc. (Simon Fraser), M.Sc. (Brit.
Col.)

Leaman, J.E.

Lucas, J.³

Nott, J.M.; B.A. (UCD)

Richards, L.; B.Sc. Hons. (Dalhousie), M.Sc.,
Ph.D. (Brit. Col.)

Saunders, M.; B.Sc. (Victoria)

Scarsbrook, R.

Selsby, J.

Shaw, W.; B.Sc. (Victoria)

Smith, M.S.

Stanley, R.D.; B.Sc. Hons., M.Sc. (Brit. Col.)

Tyler, A.V.; B.A. (Pennsylvania), M.Sc., Ph.D.
(Toronto)

Venables, N.L.⁵

Westrheim, S.J.

Winther, I.; B.Sc. (Victoria)

Hareng

Chef de section (intérimaire) :

Haist, V.; B.Sc. (Brit. Col.)

Hay, D.E.; B.Sc. Hons., Ph.D. (Brit. Col.)

Haegele, C.W.; B.Sc. (Calgary)

McCarter, B.; B.Sc. (Brit. Col.)

Miller, D.; B.Sc. (Brit. Col.)

Roy, C.

Rosenfeld, L.; B.A. (Manitoba)

Schweigert, J.F.; B.Sc. Hons. (Toronto), M.Sc. (Manitoba)
Stocker, M.; B.Sc. (McGill), M.Sc. (Guelph), Ph.D. (Brit. Col.)

Capacité d'accueil des habitats

Chef de section :

Levings, C.D.²; B.Sc., M.Sc. (Brit. Col.), Ph.D. (Dalhousie)

Andersen, B.; B.Sc. (Brit. Col.)
Barnes, D.⁶
Birtwell, I.²; B.Sc. Hons. (London), Ph.D. (Kings College)
Brown, T.; B.Sc., M.Sc. (Simon Fraser)
Choromanski, E.²; M.Eng. (Szczecin)
Gordon, R.⁶; B.Sc. (Brit. Col.)
Hartman, G.; Ph.D. (Brit. Col.)
Kask, B.; B.Sc. (Victoria)
Kotyk, M.²; B.Sc. (Brit. Col.)
Kruzynski, G.²; B.Sc., M.Sc. (Sir George Williams), Ph.D. (Brit. Col.)
Lauzier, R.²; B.Sc. (Ottawa), M.Sc. (Simon Fraser)

Macdonald, J.S.²; Ph.D.
Mack, C.⁶
Martens, D.⁶; B.Sc. (Brit. Col.)
McAllister, C.D.; B.A., M.A. (Brit. Col.), Ph.D. (Washington)
Morell, S.⁶
Piercey, B.²; B.Sc. (Brit. Col.)
Price, D.²
Scrivener, C.; B.Sc., M.Sc. (Victoria)
Servizi, J.⁶; M.Sc. (M.I.T.), Ph.D. (Washington)
Shirvell, C.; B.Sc. (Alberta), Ph.D. (Otago)
Spohn, S.²; B.Sc. (Brit. Col.)
Waldichuk, M.²; Ph.D. (Washington)

Mécanismes du recrutement

Chef de section :

Stockner, J.G.²; B.A. (Augustana), Ph.D. (Washington)

Enzenhofer, H.⁶; Dip. (BCIT)
Healey, M.C.; Ph.D. (Aberdeen)
Kennedy, O.D.
MacIsaac, E.²; B.Sc. (Brit. Col.)
Morris, J.
Morton, K.; B.Sc. (Brit. Col.)

Mueller, C.⁶;
Shortreed, K.R.²; B.Sc. (Brit. Col.)
Stephens, K.
Tanasichuk, R.W.; B.Sc. Hons., M.Sc. (Alberta)
Ware, D.; B.Sc., Ph.D. (Brit. Col.)
Williams, I.⁶; B.Sc. (Brit. Col.)

Recherche en pisciculture

Chef de section :

Donaldson, E.²; B.Sc. (Sheffield), Ph.D. (Brit. Col.), D.Sc. (Sheffield)

Alderdice, D.F.; B.A., M.A. (Brit. Col.), Ph.D.
(Toronto)
Bagshaw, J.
Baker, I.J.²; Dip. (BCIT)
Ball, G.H.⁴
Blackburn, J.; B.A. (California)
Booth, M.²
Brouwer, D.
Clarke, C.; B.Sc. (Brit. Col.), M.Sc. (Toronto),
Ph.D. (U.C., Berkley)
Damon, W.; B.Sc. (Brit. Col.)
Dye, H.M.; B.S.A. (Brit. Col.)
Fagerlund, U.M.H.²; M.Sc.
Higgs, D.A.²; B.Sc. (Victoria), M.Sc., Ph.D.
(Manitoba)
Humphreys, R.M.

Hunter, G.; B.Sc., M.R.M. (Simon Fraser)
Jensen, J.; B.Sc. (Simon Fraser), M.Sc.
(Washington)
Johnston, G.E.⁴
Kennedy, R.
Kreiberg, H.; B.Sc., M.Sc. (New Brunswick)
Lamb, A.²; B.Sc. (Brit. Col.)
Markert, J.R.²; B.Sc. (Brit. Col.)
McBride, J.R.²; M.A. (Brit. Col.)
Morley, R.; B.Sc. (Victoria)
Shelbourn, J.E.; B.Sc., M.Sc. (Brit. Col.)
Solar, I.²; B.Sc.
Solmie, A.
Tuck, D.; B.Sc. (Brit. Col.)
Velsen, F.P.
Withler, R.; B.Sc., M.Sc. (Brit. Col.)

Mollusques et crustacés

Chef de section :

Jamieson, G.S.; B.Sc. (McGill), M.Sc., Ph.D.
(Brit. Col.)

Beg, T.
Bourne, N.; Ph.D. (Toronto)
Boutillier, J.; B.Sc. (Alberta), Teaching Cert.
(Brit. Col.)
Carolsfeld, W.; B.Sc. (Victoria)
Fulton, J.; B.Sc. (Brit. Col.)
Harling, W.

Head, S.
Heritage, D.G.; B.Sc. (Victoria)
Noakes, D.; B.Sc. Eng. (Guelph), M.A.Sc., Ph.D.
(Waterloo), P.Eng.
Phillips, A.; B.Sc. Hons. (Victoria)
Sloan, N.; Ph.D.
Whyte, J.N.C.; Ph.D. (Edinburgh)

Navires Institut des sciences de la mer

Parkinson, R.W.; Engineer 1st Class; Member,
Institute of Marine Engineers
Fitch, L.A.H.; Master, H.T.
Craton, M.I.; Administrative Assistant
Doyle, D.A.; Secretary

CSS JOHN P. TULLY

Newton, B.L., Master; Master, F.G.
Pereira, P., Chief Engineer; Engineer, 1st Class
Coombes, A.S.; O.N.I

Gimbel, K.; O.N.II
Purdie, J.; W.K.M.
Stanway, J.D.; Engineer, 2nd Class

Heesterman, B.N.; Engineer, 3rd Class
Murphy, P.J.
Kirkby, D.
Garneau, G.C.
Law, S.
Keene, A.R.
Graham, D.B.
Aucoin, A.E.

Begin, P.
Boughton, D.G.
Napier, J.W.
Prunkl, W.J.
McRae, A.R.
Smart, T.R.
Brown, D.G.
Contois, W.M.

CSS PARIZEAU

Chamberlain, A.G., Master; Master, F.G.
Winterburn, G.E., Chief Engineer; Engineer, 1st
Class
Anderson, J.M.; Master, F.G.
Elliott, H.G.; O.N.II
Garner, R.; Engineer, 2nd Class
Cooke, B.E.; Engineer, 4th Class
Waterfall, J.P.
Smith, J.R.
Springett, B.R.
Camiot, M.A.

Laforest, B.G.
Scott, R.C.
Fidler, M.J.
Green, J.S.
Palamar, V.
Waistell, G.A.
Kirk, M.J.
Keaveney, T.
Weston, A.
Begoray, N.
Hendrickson, L.A.

CSS VECTOR

MacKenzie, R.W., Master; O.N.I
Pearson, R., Chief Engineer; Engineer, 3rd Class
Wheeler, M.G.; O.N.I
Cadorin, G.D.; O.N.II
Macdonald, G.F.; Engineer, 4th Class
Lavigne, R.
Brown, J.D.

McKechnie, D.G.
Burns, R.G.
White, R.M.N.
Robie, D.J.
Simpson, F.W.
Fishes, P.R.
Anderson, D.D.

CSS RICHARDSON

Bishop, S.O., Master; Master, F.G.
Cruesemann, R.D.
Jamieson, T.A.

PISCES IV

Chambers, F.J., Chief Pilot
Taylor, R.H.
Oszust, J.A.

Witcombe, A.E.
Shephard, K.
Holland, R.R.

Ateliers de l'Institut

Smith, F.V., Supervisor
McNeill, J., Foreman
Bell, W.
Badminton, E.C.
Noreir, R.J.S.
Green, G.E.
Williams, P.D.
Ennis, J.F.

Smith, G.J.
Nelson, B.J.
Gurney, J.P.
Ingram, T.W.
Barlow, L.
Robson, W.J.
Thompson, B.R.***

Engins de pont

Bradbury, J.D.

Personnel à terre et auxiliaires

Frost, P.A.; Master, F.G.
Campbell, J.O.; O.N.I
Knoblauch, D.E.; W.K.M.
Tran, K.H.; Engineer, 1st Class
Williams, L.E.R.; Engineer, 4th Class
Purdie, D.; Engineer, 2nd Class

Beebe, E.; Engineer, 4th Class
Simmons, B.R.; W.K.M.
Clark, R.W.
Allison, G.R.
Sanderson, R.L.
Lovelace, R.S.

Station biologique du Pacifique Soutien

Brennan, J.

FRV W.E. RICKER

Ranger, A., Master; Master F.G.
Fletcher, A., Fishing Master
Hardy, D., Chief Officer; O.N.I
Parfitt, D., 2nd Officer; O.N.I
Alford, E., 3rd Officer; W.K.M.
Swindell, J., Chief Engineer; Engineer 2nd Class
Dillon, R., Relief Chief Engineer; Engineer 2nd
Class Motor
Baldwin, C., 3rd Engineer; Engineer 4th Class
Combined
Stevens, W., 4th Engineer; Engineer 3rd Class
Motor
Horbas, R.; Engineer 3rd Class Motor
Hunt, T.; Engineer 4th Class Motor

Labute, M.
Goodman, K.
McLennan, A.
Ford, R.
Ryan, E.
Duffin, D.
Judd, G.
McGladdery, F.
Hickey, R.
Culpepper, D.
Bellerose, E.
Ewing, A.
Blanchette, S.

FRV CALIGUS

Gregg, I., A/Master; Master H.T.
Wood, E.

*** En détachement auprès du ministère des Transports

Services informatiques

Institut des sciences de la mer

Chef :

Teng, K.; B.A.Sc., M.A. (Brit. Col.)

Douglas, A.N.; B.Sc. (Victoria)
Foreman, M.G.; B.Sc. (Queen's), M.Sc. (Victoria)
Green, J.W.; B.Sc. (Victoria)
Johns, R.E.; B.Sc. (Victoria), M.Sc. (Brit. Col.)
Lee, D.K.; B.S. (Chosun, Korea), M.S. (Oregon)
Lee, K.S.; B.Sc. (Victoria)

Linguanti, J.; B.Sc. (Victoria)
Ma, A.C.; B.Sc. (Victoria)
Oraas, S.R.; B.A.Sc., M.A.Sc. (Brit. Col.)
Page, J.S.; B.Sc. (Brit. Col.)
Smith, L.J.; B.Sc. (Simon Fraser)
Woollard, A.L.; B.Sc. (Victoria)

Sciences biologiques

Chef :

McKinnell, S.; B.Sc. (Victoria)

Hamer, M.; B.Sc. (Manitoba)
Hamer, T.
Marshall, M.; B.A. (Brit. Col.)

Direction des communications

Francis, K.L.; B.A. (Victoria) - PBS
Glover, K.T.; B.A. (New Brunswick) - IOS

Division des services de gestion

Institut des sciences de la mer

Chef :

Coldwell, J.H.
Todd, N.A.; B.Sc. (Glasgow), M.A. (Carleton)*

Cooper, B.J.
Curtis, J.N.

Doxey, K.
Drysdale, A.E.

Gent, C.E.
Grills, C.J.
Hanmer, M.P.*
Hope, T.
Keding, L.M.
Kroeger, K.
Kusch, R.R.*
Lafortune, A.J.; B.A. (Manitoba)
Lapp, B.I.***
Loomes, L.**
MacMillan, B.C.

Oakfield, C.L.****
Sabourin, J.T.*
Smith, K.R.*
Thomson, L.S.C.; B.A. (Sask.), B.L.S. (Brit. Col.)
Tillie, D.G.
Van Eyk, W.J.

* Départ en 1986-1987
** Arrivée en 1986-1987
*** Mutation à Pêches et Océans Canada,
Prince Rupert
**** Mutation au ministère des Transports

Direction des sciences biologiques

Chef :

Ross, W.B.; Dip. NBIT

Armstrong, C.
Bayntun, G.
Bolton, P.
Booth, B.; Engineer 4th Class
Chu-Joy, H.²
Coggins, S.
Hawthornthwaite, M.
Houlihan, C.
Humphreys, S.
Irving, P.
Keller, S.²
Matheson, R.²
McManiman, D.; Engineer 4th Class
Miller, G.; B.A. Hons. (Calgary), B.L.S. (Brit. Col.)
Muhlfellner, E.; Engineer 4th Class
Nagel, D.
Olson, P.; B.A. Hons. (Simon Fraser), M.L.S.
(Brit. Col.)
Owen, D.

Palmer, M.
Parkin, S.
Parks, J.
Prior, J.***
Ranger, E.
Renner, T.; Engineer 2nd Class
Ring, P.; Engineer 3rd Class
Stead, L.; Engineer 4th Class
Strause, J.
Szablowski, R.*
Tuerlings, J.N.P.²
Vogt, P.
Williams, R.; Engineer 4th Class
Worthing, G.****

* Départ en 1986-1987
*** Mutation au ministère de la
Défense nationale
**** Mutation à l'ISM

Direction de la vérification Institut des sciences de la mer

Lohrmann, B.A.; B.Sc., M.Sc. (Guelph), M.P.A.
(Victoria)

Direction des sciences biologiques

Arbanas, M.

Ganderton, M.

Muermann, B.

Reynolds, B.***

Sherry, M.

Sloan, D.*

Varga, Y.

* Départ en 1986-1987

*** Mutation à l'ISM

Direction du personnel Institute des sciences de la mer

Gestionnaire régional :

Hamilton, K.R.; B.A. (Brit. Col.)

Groves, L.D.; Dip. (Victoria)

Knapp, B.M.

Linguanti, S.C.

Olauson, E.J.

Renstrom, M.

Pritchard, E.

Direction des sciences biologiques

Ford, D.

¹Bureau central du ministère des Pêches et Océans, Vancouver

²Laboratoire de Vancouver-Ouest

³Prince Rupert

⁴Rosewall Creek

⁵Port de Vancouver

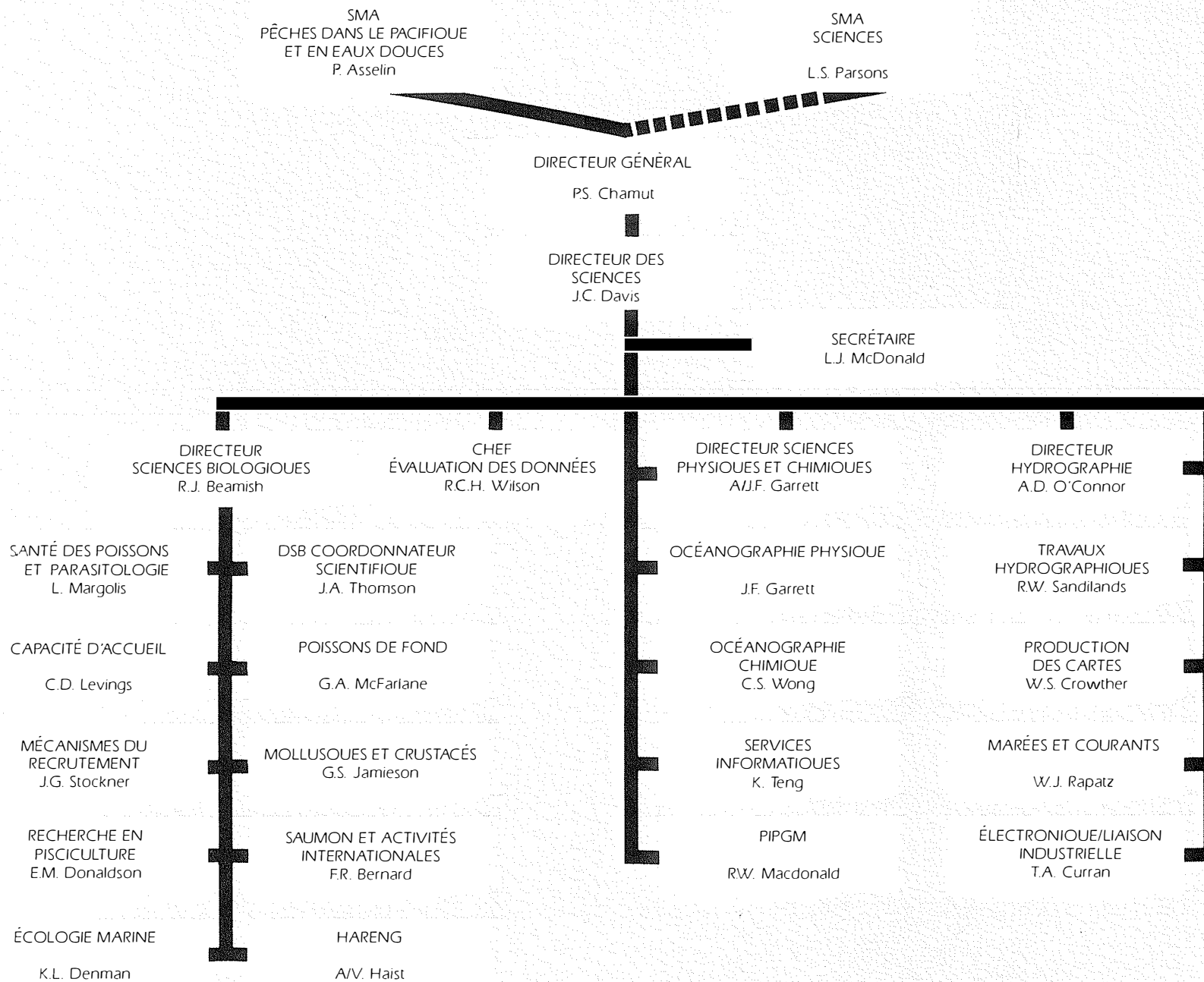
⁶Cultus Lake

⁷New Westminster

⁸Institut des sciences de la mer

ORGANIGRAMME

Ministère des Pêches et Océans, secteur Sciences, région du Pacifique





**Revue Activités
SCIENTIFIQUES
1986-1987**

Ministère des Pêches et Océans, région du Pacifique