

**RECHERCHE ET DÉVELOPPEMENT EN MARICULTURE**

**PLAN D'ACTION 2002-2007**

**SOCIÉTÉ DE DÉVELOPPEMENT DE L'INDUSTRIE MARICOLE INC.  
(SODIM)**

**JANVIER 2003**

## TABLE DES MATIERES

<b>1. FONDS DE R&amp;D DE LA SODIM .....</b>	<b>3</b>
<b>2. CONTEXTE AQUACOLE DU QUÉBEC MARITIME.....</b>	<b>4</b>
2.1 L'AQUACULTURE EN EAU DOUCE AU QUÉBEC .....	5
2.2 MARICULTURE.....	6
2.3 PORTRAIT DES BESOINS DE RECHERCHE.....	6
2.4 OFFRE DE SERVICE EN RECHERCHE ET DÉVELOPPEMENT.....	7
<b>3. MOULES.....</b>	<b>8</b>
3.1 DESCRIPTION DE LA MYTILICULTURE AU QUÉBEC.....	8
3.2 BILAN SOMMAIRE DE LA RECHERCHE.....	9
3.2.1 <i>Production</i> .....	9
3.2.2 <i>Récolte et traitements postrécoltes</i> .....	11
3.2.3 <i>Commercialisation et aspects économiques</i> .....	11
<b>4. PÉTONCLES GÉANTS .....</b>	<b>11</b>
4.1 DESCRIPTION DE LA PECTINICULTURE QUÉBÉCOISE DU PÉTONCLE GÉANT.....	11
4.2 BILAN SOMMAIRE DE LA RECHERCHE.....	12
4.2.1 <i>Production</i> .....	12
4.2.2 <i>Récolte et traitements postrécoltes</i> .....	14
4.2.3 <i>Commercialisation et aspects économiques</i> .....	14
<b>5. MYES .....</b>	<b>14</b>
5.1 DESCRIPTION DE LA MYCULTURE QUÉBÉCOISE.....	14
5.2 BILAN SOMMAIRE DE LA RECHERCHE.....	15
5.2.1 <i>Production</i> .....	15
5.2.2 <i>Récolte et traitements postrécoltes</i> .....	15
5.2.3 <i>Commercialisation et aspects économiques</i> .....	15
<b>6. OMBLES.....</b>	<b>16</b>
6.1 PROBLÉMATIQUE EN EAU DOUCE .....	16
6.2 PROBLÉMATIQUE EN EAU DE MER.....	16
<b>7. DIVERSIFICATION .....</b>	<b>17</b>
7.1 PÉTONCLES D'ISLANDE .....	17
7.2 HUÎTRES AMÉRICAINES .....	17
7.3 POISSONS MARINS.....	17
7.3.1 <i>Loups de mer</i> .....	17
7.3.2 <i>Plie Rouge</i> .....	18
7.3.3 <i>Flétan de l'Atlantique</i> .....	19
7.3.4 <i>Morue</i> .....	19
7.4 OURSINS.....	20
7.5 MICROALGUES.....	20
<b>8. CONCLUSION .....</b>	<b>21</b>
<b>9. RÉFÉRENCES.....</b>	<b>22</b>

Ce document présente le plan d'action de la SODIM en recherche et développement pour la période 2002-2007. Il rappelle, dans un premier temps, les objectifs du fonds de R&D ainsi que son mode de gestion. Par la suite, une description sommaire du contexte aquacole dans les régions maritimes est présentée. Dans la troisième partie du document, et les sections suivantes, on retrouve pour chacune des principales espèces élevées au Québec, un bilan des travaux de recherche ainsi qu'une brève description des principaux besoins de recherche. On présente successivement les informations relatives à la moule (chapitre 3), au pétoncle géant (chapitre 4), à la mye (chapitre 5) et aux ombles (chapitre 6). Par la suite, dans une dynamique de diversification de l'industrie aquacole, les espèces présentant le plus de potentiel de développement, sont présentées dans une section « diversification » (chapitre 7). Finalement, des tableaux précisant chacune des actions retenues dans le plan d'action avec leur niveau de priorités sont inclus. Ils sont présentés dans le document sous deux formes, soit par région et par espèce. Notons que nous retrouvons les mêmes actions dans les deux types de tableaux.

## **1. Fonds de R&D de la SODIM**

La SODIM a la responsabilité de gérer, en collaboration avec le MAPAQ et les Conseils régionaux de développement, un fonds de recherche et développement en aquaculture doté d'une enveloppe de 9 millions de dollars, dont 2,7 millions \$ sont alloués à la région de la Gaspésie et des Îles-de-la-Madeleine, 2,7 millions \$ à la région du Bas-Saint-Laurent, 2,4 millions \$ à la Basse-Côte-Nord et 1,2 million \$ pour la Haute et Moyenne Côte-Nord. L'entente conclue entre la SODIM et le MAPAQ pour la gestion du fonds date du mois de mars 2002 et est valide pour une période de 5 ans, soit jusqu'en mars 2006.

Ce fonds a pour objectif général de stimuler la recherche et les activités de transfert technologique et de diffusion favorisant le développement des entreprises aquacoles d'eau douce et d'eau marine des régions maritimes du Québec. Il vise essentiellement à supporter la réalisation d'activités de recherche précompétitives, c'est-à-dire de nature très pratique. Ainsi, avec ce fonds, la SODIM pourra favoriser l'innovation dans l'industrie aquacole de ces régions.

Spécifiquement, le fonds devrait permettre de répondre aux besoins de recherche dans les domaines suivants :

### Intrants et milieux de production :

- Amélioration des performances de production des espèces;
- Sécurisation des approvisionnements;
- Connaissance des conditions physiques du milieu naturel;
- Aménagement des sites de production.

### Technologies de production :

- Adaptation et amélioration des procédés et équipements de production;
- Développement de technologies de récolte;
- Contrôle des rejets;
- Contrôle des prédateurs;
- Adaptation des produits et procédés aux spécifications des marchés en croissance et traçabilité.

### Aspects économiques :

- Étude de rentabilité;
- Méthode de comptabilisation des stocks;
- Optimisation des modèles de production.

Les projets retenus sont ceux qui pourront avoir un impact significatif sur la croissance de la production aquacole, sur la rentabilité des entreprises du secteur ou sur le développement de nouvelles productions industrielles.

Afin de bien orienter ses interventions et de répondre adéquatement aux attentes de l'industrie, la SODIM a entrepris, au printemps 2002, une démarche d'identification et de priorisation des besoins de recherche. Cette démarche s'est réalisée en collaboration avec le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec et les Conseils régionaux de développement des trois régions maritimes du Québec.

Le présent document est le résultat des consultations menées dans chacune des régions avec l'ensemble des intervenants impliqués dans le développement de l'aquaculture. Ces consultations avaient pour objectifs :

- 1) Identifier les problématiques du secteur aquacole;
- 2) Identifier les axes de recherche souhaités par l'industrie, les agents de développement et les chercheurs;
- 3) Faire le point sur toutes les activités de recherche actuellement en cours de réalisation.

Une fois les axes de recherche identifiés en région, des comités experts-industrie, comme la SORDAC et REPERE ont été consultés ou formés afin de proposer et prioriser les actions répondant auxdits besoins de recherche. La cote 1 a été attribuée aux actions qu'il conviendra de mener en priorité; la cote 2 a été donnée aux actions moyennement prioritaires; enfin, la cote 3 souligne le caractère moins urgent de certaines actions. Un « indicateur de retombées » a aussi été retenu pour chacune des actions; celui-ci devrait permettre à la SODIM, dans la mesure du possible, de juger de l'impact de ses interventions de recherche sur l'industrie.

La mise en oeuvre du plan d'action est supervisée par un comité de recherche formé du directeur et du directeur adjoint à la recherche et développement de la SODIM, un représentant de l'industrie, un représentant du MAPAQ et un représentant de chacun des conseils régionaux de développement. Ce comité de recherche relève du conseil d'administration de la SODIM. La mise en oeuvre des actions de recherche et développement débutera par l'identification et le choix d'équipes de recherche pouvant réaliser les travaux priorités. L'identification des équipes de recherche privées, universitaires ou gouvernementales sera faite par la SODIM, soit par sollicitation directe ou par appel d'offres. Le comité de recherche de la SODIM aura aussi le mandat de bonifier, au besoin, les protocoles, les budgets et les échéanciers soumis par les équipes de recherche. Ainsi, la SODIM ne recevra pas directement de projets de recherche, mais mettra en oeuvre les actions identifiées avec ses partenaires et mises à jour annuellement. Les propositions spontanées déposées à la SODIM seront toutefois analysées en fonction des priorités du plan d'action et de l'effet de levier financier proposé, qui devra être important. Notons que certaines actions inscrites au présent plan d'action ont été initiées en 2002 pour répondre aux attentes de l'industrie aquacole.

Même si l'enveloppe budgétaire (9 millions \$) dont dispose la SODIM apparaît importante, il faut souligner que les besoins de recherche le sont tout autant. En fait, le fonds de R&D de la SODIM permettra de couvrir qu'une partie des coûts liés à la mise en oeuvre du présent plan d'action. Aussi, la SODIM cherchera, pour chacune des activités de recherche, à établir des partenariats financiers avec d'autres organisations. Elle cherchera aussi à bonifier directement son fonds de R&D afin de pouvoir mettre en oeuvre le maximum d'actions de recherche pour le bénéfice de l'industrie aquacole des régions maritimes. La réalisation des activités de recherche jugées hautement prioritaires nécessitera un investissement de l'ordre de 20 millions \$. C'est dire que la SODIM devra, seulement pour ces actions, conclure des ententes financières supplémentaires pour un montant avoisinant 11 millions \$.

## **2. Contexte aquacole du Québec maritime**

L'aquaculture est une activité en plein développement dont les retombées économiques et sociales sont importantes pour les populations des régions côtières et rurales. Par exemple, aux États-Unis, 738 fermes aquacoles produisaient en 1997 pour plus de 13 millions de kg de coques, de moules et d'huîtres (Evans *et al.*, 2002). Au Canada, l'aquaculture de poissons et mollusques représentait en 1997, une production de plus de 87 000 tonnes pour une valeur de 387 millions \$. Au Québec, la production aquacole augmente annuellement et la valeur de l'ensemble de la production est estimée à 17,6 millions \$. L'aquaculture joue un rôle essentiel et primordial pour de nombreuses communautés côtières où la diversification économique est limitée. Le maintien de la qualité de l'environnement est essentiel au développement durable de l'aquaculture. Par

exemple, l'aquaculture des bivalves, comme la moule et le pétoncle, doit se réaliser dans un environnement sain. Ces organismes sont caractérisés, depuis le début des années 1800 par Mobius, comme des intégrateurs écologiques. En effet, les bivalves filtrent une grande quantité d'eau afin de retenir les petites particules organiques, tel le phytoplancton, qui les nourrissent. Gerritsen *et al.* (1994) ont calculé que les huîtres filtraient le volume d'eau entier de la baie de Chesapeake en 3 jours. Cette bioaccumulation importante des éléments microscopiques et dissous fait des bivalves des organismes très sensibles aux toxines et polluants présents dans l'eau environnante (Bayne *et al.*, 1988). Ces caractéristiques sont d'ailleurs exploitées par les organismes gouvernementaux de surveillance de la qualité environnementale, qui utilisent les bivalves comme des sentinelles environnementales. Le développement durable de l'aquaculture doit donc, pour avoir du succès, se faire harmonieusement avec le respect de l'environnement.

## 2.1 L'aquaculture en eau douce au Québec

Présentement, l'aquaculture québécoise en eau douce se caractérise par des entreprises spécialisées en pisciculture élevant surtout des truites arc-en-ciel et des ombles de fontaine (MAPAQ, 2002). Le Québec est au deuxième rang, après l'Ontario, pour sa production de truites et d'ombles. Cette industrie est cependant à la croisée des chemins et la production a légèrement diminué depuis 1999 passant de 2 200 tonnes à 1 870 tonnes en 2001. La fermeture d'établissements suite, entre autres, à des retraits de certificat d'autorisation délivré par le ministère de l'Environnement, explique ce résultat. Pour favoriser son essor, elle devra introduire de nouvelles technologies qui assureront la compétitivité des entreprises tout en respectant les nouvelles normes environnementales. Des 2 200 tonnes de poissons d'eau douce produites en 1999, environ 50 % ont servi aux besoins de repeuplement. L'autre moitié visait le marché de la table et celui des étangs de pêche (Morin, 2001). Cette production est évaluée à 15,9 millions \$. Selon les règlements sur l'aquaculture et la vente des poissons de la Loi sur la conservation et la mise en valeur de la faune, les espèces pouvant être élevées sont limitées sur le territoire québécois. Cette législation est basée sur le principe que l'élevage d'une espèce n'est permis qu'aux endroits où cette espèce est déjà présente à l'état naturel (Morin, 2001). Le territoire de la province a donc été subdivisé en zones, à l'intérieur desquelles des activités piscicoles sont permises pour l'élevage, le transport et l'ensemencement. Les régions maritimes du Québec (Gaspésie, Bas-Saint-Laurent et Côte-Nord) se situent principalement dans la zone 3 et pour une très faible partie, dans la zone 4. Les espèces pouvant être élevées, transportées et ensemencées dans ces deux zones sont :

Zone 3 : Anguille d'Amérique, bar rayé, mollusques d'eau douce, esturgeon noir, grands corégones, omble chevalier d'eau douce, omble de fontaine, omble moulac et omble lacmou, ouananiche, saumon atlantique, touladi.

Zone 4 : Bar blanc, bar rayé, mollusques d'eau douce, crustacés d'eau douce, esturgeon jaune, esturgeon noir, omble chevalier d'eau douce, omble de fontaine, omble moulac et omble lacmou, ouananiche, saumon atlantique, touladi, truite arc-en-ciel.

Des espèces mentionnées ci-dessus, celles dont la technologie de production est davantage maîtrisée ou plus facile à élever sont essentiellement des poissons et sont par ordre : la truite arc-en-ciel, l'omble de fontaine, l'omble chevalier, la ouananiche et le saumon atlantique (Motnikar et Champagne, 2001).

La production piscicole en circuit ouvert nécessite des eaux plus chaudes en période hivernale, d'où l'intérêt d'utiliser l'eau souterraine normalement supérieure à 5 °C durant cette saison, ce qui permet une croissance minimale durant toute l'année (Motnikar et Champagne, 2001). La recherche de sites piscicoles intéressants est donc orientée vers des formations de sol permettant l'exploitation d'eau souterraine. Les normes environnementales limitent les volumes d'eau pouvant être captés à partir des cours d'eau de surface et imposent des mesures de mitigation des impacts sur l'environnement aquatique. Parmi ces mesures, il y a l'obligation du traitement des effluents piscicoles préalablement à leurs rejets dans les cours d'eau récepteurs et du respect de seuils maximums de rejets pour certains polluants (Morin, 2001). Les directives du ministère de l'Environnement sont devenues dernièrement plus sévères pour le rejet des eaux des stations piscicoles. De façon générale, en utilisant la technologie la plus récente pour le traitement des eaux piscicoles, il faut que le débit d'étiage du cours d'eau récepteur soit 10 fois plus grand que celui de l'effluent de la station piscicole afin de respecter les critères de qualité d'eau. Ces critères

sont encore plus sévères lorsqu'il y a un ou des lacs en aval du point de rejet (Motnikar et Champagne, 2001). Afin de contrecarrer ces obligations et ainsi élargir le nombre de sites potentiels et accroître le développement des entreprises déjà présentes, l'utilisation de circuit fermé peut être envisagée. Une station piscicole en circuit fermé utilise un apport en eau beaucoup plus petit qu'une station piscicole en circuit ouvert. Ce type de pisciculture intègre des éléments de filtration, de biofiltration et de traitement de l'eau permettant la réutilisation. Cette technique de production est relativement nouvelle, peu employée par les pisciculteurs québécois, mais permet également des rejets moins polluants.

## 2.2 Mariculture

Présentement, l'aquaculture québécoise en milieu marin se caractérise par des entreprises spécialisées en conchyliculture (principalement la moule et le pétoncle géant; MAPAQ, 2001). Elle est évidemment développée exclusivement dans les régions maritimes du Québec. Des essais commerciaux sont également tentés pour le développement de l'élevage de la mye commune, du pétoncle d'Islande et de l'huître américaine. En conchyliculture, bien que le Québec ait pour l'instant une production plutôt modeste (635 tonnes en 2001) comparativement aux provinces maritimes (plus de 15 000 tonnes), une progression soutenue est anticipée et serait attribuable en partie à l'augmentation du nombre de sites, mais surtout à une meilleure maîtrise des opérations (MAPAQ, 2001). On prévoit que la production maricole québécoise devrait être de 2 000 tonnes en 2004. En conchyliculture, les efforts de développement portent sur deux axes. Le premier est la production commerciale pour approvisionner le marché de la table et le second est orienté vers une production en appui à la pêche (ensemencement, repeuplement). La production de la table provient essentiellement de l'élevage en suspension de moules et de pétoncles géants réalisé en Côte-Nord, en Gaspésie et aux Îles-de-la-Madeleine. L'approvisionnement provient principalement du captage en milieu naturel à l'aide de collecteurs artificiels suspendus dans la colonne d'eau (Cliche et Giguère, 1998; Poirier et Myrand, 1982). Une écloserie commerciale est également en activité en Basse-Côte-Nord pour subvenir aux besoins d'approvisionnement en pétoncles géants pour cette région. Le naissain ainsi collecté est généralement transféré en lagune ou en mer dans des infrastructures spécialisées pour des fins de grossissement. Le grossissement se fait généralement en suspension dans la colonne d'eau, ce qui favorise une croissance plus rapide des organismes d'une part, parce qu'ils ont un accès accru à la nourriture et, d'autre part, parce qu'ils baignent dans une eau plus chaude.

Au-delà de ces activités commerciales conchylicoles, des travaux majeurs de recherche sont également entrepris pour le développement d'élevage de poissons marins et l'engraissement d'ombles de fontaine en milieu salé, particulièrement par l'utilisation de cages marines. La sélection des espèces de poissons marins, en fonction de leur potentiel de succès commercial aquacole pour les conditions en eau froide du Québec, a fait l'objet d'une étude orientée essentiellement sur leur potentiel biologique et technique (Le François *et al.*, 2001). Cette étude a situé les deux espèces de loup de mer (loup atlantique et tacheté) comme les espèces ayant le plus fort potentiel biologique et technique pour une production d'œuf à œuf pour les conditions marines rencontrées au Québec. Les travaux entrepris jusqu'à maintenant s'orientent vers la maîtrise complète de l'élevage expérimental afin de permettre un passage vers des essais commerciaux, déjà entrepris en Norvège (Le François *et al.*, 2002). En parallèle à ces travaux, des projets de recherche universitaire ont également été entrepris au Québec, en collaboration avec les provinces maritimes, dans le but de maîtriser l'élevage de la plie rouge (Ben Khemis *et al.*, 2000, 2002; Plante *et al.*, 2002). Finalement, un programme de recherche nommé ECO est également en oeuvre depuis quelques années dans le but de démontrer le potentiel technique, biologique, environnemental et économique de l'élevage de l'omble de fontaine en cages marines (Motnikar *et al.*, 2001). Ce programme est présentement sous la coordination du Centre spécialisé des pêches de Grande-Rivière. Le scénario testé est celui d'un engraissement saisonnier du printemps à l'automne avec un arrêt d'activité en période hivernale. Cet arrêt serait occasionné par la température de l'eau trop froide en hiver et la présence de glace rendant les opérations périlleuses sans obtenir d'avantages biologiques.

## 2.3 Portrait des besoins de recherche

Les consultations que nous avons menées dans les différentes régions maritimes du Québec ont permis d'identifier 220 actions pertinentes pour combler les besoins de recherche et développement du secteur aquacole. De ces 220 actions, 91 étaient de niveau prioritaire élevé, 70

de niveau intermédiaire et 59 de faible niveau de priorités. Ces actions étaient régulièrement les mêmes entre les régions, bien que quelques fois uniques à une région spécifique. Même si une action définissant un besoin de recherche était la même pour plusieurs régions, son niveau de priorités pouvait varier entre les régions. Le nombre d'actions, en fonction de son niveau de priorités et des espèces aquacoles, est défini dans le tableau suivant pour chacune des régions. Nous remarquons que la région Gaspésie – Îles-de-la-Madeleine est celle ayant défini le plus grand nombre de besoins de recherche, soit 180 actions. La Basse-Côte-Nord suit avec 135 actions, la Haute et Moyenne Côte-Nord avec 119 actions, puis le Bas-Saint-Laurent avec 92 actions.

Régions	Niveau de priorités	Nombre d'actions						TOTAL
		Pétoncle géant	Moules	Pétoncle Islande	Myes	Ombles	Autres espèces	
Gaspésie-I-M	Haute	16	21	0	11	8	19	75
	Moyenne	12	13	0	7	6	12	50
	Basse	12	13	0	12	8	10	55
	Total	40	47	0	30	22	41	180
Basse-C-N	Haute	17	2	0	7	6	16	48
	Moyenne	7	4	0	5	9	9	34
	Basse	17	7	0	13	7	8	52
	Total	41	13	0	26	22	33	135
Haute Moy. C-N	Haute	0	1	10	9	6	16	42
	Moyenne	2	4	7	5	9	6	33
	Basse	1	6	9	14	7	7	44
	Total	3	11	26	28	22	29	119
Bas-St-Laurent	Haute	0	1	0	8	6	24	39
	Moyenne	0	0	0	3	9	11	23
	Basse	0	0	0	16	7	7	30
	Total	0	0	0	27	22	42	92

En annexe, nous présentons chacun des besoins de recherche identifiés ainsi que les actions qui s'y rattachent.

## 2.4 Offre de service en recherche et développement

Au Québec, plusieurs institutions et organismes privés œuvrent en aquaculture ou dans des domaines connexes et pourront être sollicités par la SODIM pour la réalisation des actions. Les centres de recherche et/ou de transfert technologique publics, proposant stages et accueil d'étudiants sous-gradués, gradués et de stagiaires postdoctoraux, sont essentiellement : le Centre aquacole marin de Grande-Rivière (MAPAQ), la Station technologique maricole des Îles-de-la-Madeleine (MAPAQ), le Centre technologique des produits aquatiques de Gaspé (MAPAQ), la Station technologique piscicole des eaux douces à Québec (MAPAQ), l'Institut Maurice-Lamontagne de Mont-Joli (MPO) et le Centre collégial de transfert technologique du Centre spécialisé des pêches de Grande-Rivière.

Le Centre aquacole marin de Grande-Rivière compte sur l'expertise d'une équipe spécialisée dans des disciplines variées orientées principalement en biologie, physiologie et écologie en support au développement aquacole en mer ou en milieu fermé. Ils ont également deux chercheurs relevant de l'Université du Québec à Rimouski dans le cadre de l'entente MAPAQ-UQAR. Cette station possède les bateaux et équipements nécessaires pour les travaux en mer ainsi que des salles de bassins, quarantaine, écloserie et de production de micro-algues. Leurs travaux sont orientés essentiellement vers la recherche conchylicole (moules, pétoncles, myes) et piscicole (ombles et loup de mer). La Station technologique maricole des Îles-de-la-Madeleine abrite une équipe dont l'expertise est développée autour de la production conchylicole de la moule, du pétoncle et de la mye en milieu naturel. L'équipe est complétée également par un chercheur de l'entente MAPAQ-UQAR dont les orientations de recherche sont portées essentiellement autour des problématiques environnementales. La station est équipée d'embarcations et de matériels pour des interventions en mer, en lagune et sur la zone intertidale et est également pourvue d'une salle de bassins pour des travaux en milieu confiné. La Station technologique piscicole des eaux douces est composée de personnes ayant une connaissance générale de la production piscicole et des techniques afférentes, tout en ayant une spécialité permettant d'intervenir dans des domaines variés. Cette équipe offre un appui technologique, professionnel et scientifique au développement de la production piscicole en eau douce. Le Centre technologique des produits aquatiques est

constitué de spécialistes en sciences et technologie des aliments, ingénierie, procédés industriels, chimie, microbiologie, biologie et analyse sensorielle. Les usines pilotes et les laboratoires offrent une grande polyvalence permettant de réaliser en milieu contrôlé des activités expérimentales de transformation ainsi que des analyses chimiques et microbiologiques. L'expertise scientifique à l'Institut Maurice-Lamontagne est orientée vers les domaines des sciences halieutiques (conservation et exploitation économique durable des ressources halieutiques), l'aquaculture et la biologie expérimentale (avancement de la recherche sur les pêches et le développement des technologies aquacoles), les sciences océaniques (climat océanique et descriptions environnementales), et les sciences de l'environnement (évaluation des impacts de l'activité humaine sur l'environnement aquatique). L'IML possède 70 laboratoires et une vaste salle de bassins permettant de maintenir poissons, invertébrés et algues destinés aux études sur la reproduction, la physiologie, le comportement et les écosystèmes. L'IML a également accès à la flotte de la Garde côtière pour leurs travaux de recherche en mer. Le Centre collégial de transfert de technologie des pêches fait de la recherche appliquée et du transfert technologique direct orienté vers le développement des pêches et de l'aquaculture. Les activités se concentrent principalement dans les domaines de l'exploitation, de la transformation et de la commercialisation des produits marins, de l'aquaculture marine et de l'aquaculture d'eau douce et de l'environnement marin. Les centres de recherche et/ou de transfert technologique publics travaillent en partenariat entre eux et avec les universités afin de trouver des solutions aux problèmes éprouvés par les promoteurs du Québec maritime. Des activités de R&D, réalisées en concertation avec l'industrie, assurent un transfert direct des connaissances.

Des centres parapublics de recherche en aquaculture sont également présents, soit le Centre aquacole de la Côte-Nord basé à La Tabatière et le Centre de transfert et de sélection des salmonidés en Gaspésie. Ces deux centres de recherche sont en démarrage. Le Centre aquacole de la Côte-Nord a pour mission d'acquérir, d'analyser et de transférer des connaissances et des technologies liées à l'aquaculture en réalisant des activités de recherche appliquée ainsi que de transfert technologique et de diffusion en Côte-Nord. Le Centre de transfert et de sélection des salmonidés a pour mandat principal de procéder à l'amélioration génétique des salmonidés indigènes par le développement de souches particulières et de rendre ces souches disponibles à l'industrie piscicole.

L'offre de service universitaire est regroupée autour du nouveau Réseau aquacole du Québec. Ce réseau d'excellence regroupe les différents chercheurs intéressés à des travaux de nature plus académique provenant des différents départements de biologie, d'économie, de droit et de génie ainsi que des chercheurs de l'Institut des sciences de la mer (ISMER) et des chercheurs gouvernementaux (MPO et MAPAQ). Les universités représentées par ce groupe sont jusqu'à maintenant l'UQAR, l'Université Laval, l'Université de Montréal, l'Institut Armand-Frappier et l'École polytechnique de Montréal. Les thèmes de recherche abordés par ce Réseau couvrent essentiellement des problématiques environnementales (traitement des rejets des piscicultures, biofiltration et mesure de la capacité de support des sites conchylicoles), génétiques (domestication, optimisation de la performance des juvéniles, hybridation, développement d'outils d'aide à la sélection et résistances aux infections), physiologiques (amélioration de l'alimentation et développement d'indicateurs de vitalité), de santé (vaccination, diagnostic rapide de maladie et traitement) et socio-économiques (performance des entreprises, analyse de marché, régime juridique).

Finalement, plusieurs consultants privés existent et pourront permettre de couvrir l'ensemble de l'offre de service nécessaire pour répondre aux besoins identifiés par la SODIM.

### **3. Moules**

#### **3.1 Description de la mytiliculture au Québec**

L'activité mytilicole commerciale est en croissance au Québec. La production en 2001 était estimée à 500 tonnes, soit plus du double de la production de 2000 (234 tonnes) et 5 fois celle de 1999 (98 tonnes; MAPAQ, 2001). La production est concentrée dans les lagunes des Îles-de-la-Madeleine, dans la baie de Gaspé et la baie des Chaleurs en Gaspésie et la baie des Belles-Amours dans la région de Blanc-Sablon (Basse-Côte-Nord). Des travaux précurseurs dans le

domaine ont permis le développement de ces élevages à chacun de ces sites (Poirier et Myrand, 1982; Bergeron, 1989a;b;c; Thomas, 1998a;b).

Aux Îles-de-la-Madeleine, la production est réalisée dans les lagunes de Grande-Entrée et Havre-aux-Maisons où deux producteurs sont actifs. La production est orientée sur des boudins de type traditionnel et en continu (mécanisé), mais des essais d'élevage directement sur collecteurs sont également testés par les producteurs. Les rendements les plus importants sont obtenus jusqu'à maintenant sur les boudins traditionnels, mais les manipulations pour cette technique sont plus nombreuses.

En Gaspésie, les sites d'élevage sont plus exposés aux vents et aux vagues que les lagunes des Îles-de-la-Madeleine, limitant le nombre de jours accessibles aux sites d'élevage par les producteurs. Cette problématique particulière est une des raisons qui a encouragé les producteurs à laisser tomber l'élevage sur boudins de type traditionnel demandant plus de manipulation. Deux producteurs sont actifs dans la baie de Gaspé et utilisent la technique de boudinage en continu mécanisé. Dans la baie des Chaleurs, trois producteurs sont en opération. Deux utilisent le boudinage mécanisé tandis qu'un producteur élève les moules directement sur les collecteurs. Le niveau de production en filières autogérées (élevage sur collecteurs) est toutefois faible pour l'instant.

En Côte-Nord, un seul producteur est en activité présentement et se retrouve en Basse-Côte-Nord. Son site d'élevage se situe dans la baie des Belles-Amours. Ce producteur utilise la technique de boudinage traditionnel, mais la croissance plus lente, due aux températures froides rencontrées dans ce secteur, oblige celui-ci à laisser son naissain croître durant un an avant de pouvoir le boudiner. Ainsi, le cycle de production est plus long, mais les rendements en chair des moules commerciales sont très bons. La problématique particulière du transport en Basse-Côte-Nord limite présentement la vente de ce produit au marché local.

La production mytilicole dans la région du Bas-St-Laurent n'existe pas présentement, mais cette activité pourrait se développer avec l'arrivée d'une technologie de production en mer performante. Toutefois, les risques d'entraves à la navigation sont plus nombreux que dans les autres régions. Le choix des sites est donc une problématique importante.

### **3.2 Bilan sommaire de la recherche**

Afin de répondre aux attentes et soutenir les entreprises mytilicoles, les besoins en recherche et développement pour l'ensemble du Québec sont grands. Ils peuvent être regroupés sous trois thèmes, soit la production, la récolte et les traitements post-récoltes, et finalement, la commercialisation et les aspects économiques.

#### **3.2.1 Production**

La production de moules débute par l'approvisionnement en juvéniles appelé naissain. Le mytiliculteur doit être en mesure de pouvoir compter sur un approvisionnement fiable, abondant et peu coûteux en naissain. La prédation sur les collecteurs, particulièrement par les étoiles de mer, peut certaines années occasionner des problèmes importants (MacKinnon *et al.*, 1993; Bourque et Myrand, 2001) et nécessite le développement de modes de contrôle et de gestion. La meilleure source de naissain doit être disponible, ce qui implique d'avoir accès aux stocks les plus performants pour les sites d'élevage considérés. En effet, plusieurs travaux ont démontré sur un même site d'élevage que certaines populations étaient caractérisées par une performance en croissance nettement plus élevée (plus de 20 %). Ces travaux provenaient essentiellement de transfert réciproque de différents stocks de moules vers différents sites de croissance (Dickie *et al.*, 1984; Freeman, 1994; Gartner-Kepkay, 1983; Mallet *et al.*, 1986; 1987; 1990; Mallet et Carver, 1989; Myrand et Gaudreault, 1995). En plus de ces différences en croissance, les différents stocks démontraient également des différences importantes au niveau de la survie. Les résultats les plus spectaculaires proviennent de l'étude réalisée aux Îles-de-la-Madeleine où le stock de Havre-Aubert démontrait plus de 80 % de survie après deux ans de croissance en suspension, tandis que les autres stocks (Havre-aux-Maisons, Grande-Entrée et baie de Plaisance) affichaient des taux de survie entre 11 % et 22 % (Myrand et Gaudreault, 1995). Cette population de moules est génétiquement et physiologiquement différenciée, ce qui lui permet

d'afficher des performances en survie et production nettement supérieures (Tremblay *et al.*, 1998 a;b;c;d; Tremblay *et al.*, 2001; Myrand *et al.*, 2002). L'origine des stocks de moules utilisés par l'élevage est donc un facteur important afin d'optimiser les rendements des productions mytilicoles. Toutefois, l'utilisation de sites de captage limités peut devenir une préoccupation industrielle. En effet, dans un contexte comme aux Îles-de-la-Madeleine où l'approvisionnement en naissain est assuré majoritairement par un site, une mauvaise année de captage pourrait entraîner des difficultés pour l'ensemble de l'industrie de cette région. Cette problématique est préoccupante alors que les mécanismes régissant la fixation larvaire en milieu naturel sont peu compris (Harvey *et al.*, 1995 a;b;1997; Miron *et al.*, 1995; 1996; 2000; Pechenik *et al.*, 1990; 1998; Olivier *et al.*, 2000).

Une particularité de la plupart des régions maritimes du Québec (sauf pour les Îles-de-la-Madeleine) est la présence de deux espèces de moules, soit *Mytilus edulis* et *M. trossulus* (Thomas 1999). La proportion de chacune des espèces est variable géographiquement et les variabilités temporelles de ces distributions sont plus ou moins stables selon les sites (McDonald *et al.*, 1991; Bates et Innes, 1995; Comasena *et al.*, 1999; Innes et Bates, 1999; Penney et Hart, 1999; Pedersen *et al.*, 2000; Rawson, 2001; Thomas *et al.*, 2002). L'impact commercial de la présence des deux espèces de moules n'est pas encore déterminé au Québec. En Nouvelle-Écosse, la démonstration a été faite que les rendements commerciaux de *M. trossulus* étaient nettement plus faibles (Mallet et Carver, 1995). Toutefois, des travaux récents à Terre-Neuve semblent démontrés que *M. trossulus* ne serait pas désavantagée commercialement dans cette région (Penney *et al.*, 2002) suggérant que la performance des populations de *M. trossulus* serait variable géographiquement.

La mytiliculture se pratique par différents modes de production dont les modèles économiques ne sont pas encore établis. La mytiliculture est basée sur le boudinage du naissain capté en grande quantité sur des collecteurs (Mallet et Myrand, 1995). Le boudinage permet de contrôler la densité du naissain et facilite l'élevage en suspension dans la colonne d'eau, bien que l'élevage directement sur les collecteurs soit couramment utilisé dans certains pays, tel le Danemark (Petersen, 2002), et testé expérimentalement aux Îles-de-la-Madeleine (Roussy *et al.*, 1991) et par certains producteurs de la baie des Chaleurs. Deux approches de boudinage sont employées, soit le boudinage traditionnel qui est très bien maîtrisé après plus de 15 ans d'utilisation et le boudinage en continu développé en Nouvelle-Zélande (Darnell, 2000). Le boudinage en continu a débuté au Québec en 1998, mais la maîtrise biotechnique n'est pas encore totalement acquise. Le boudinage en continu est une technique très intéressante, particulièrement pour son aspect de mécanisation (Bonardelli et Morissette, 2001), mais les rendements commerciaux obtenus jusqu'à maintenant ne correspondent pas aux attentes financières des entreprises. Toutefois, des percées technologiques sont en cours de réalisation spécialement par l'adaptation par les mytiliculteurs québécois sur la boudineuse néo-zélandaise d'une technique espagnole (contrôle de la densité de boudinage par une vis sans fin et utilisation d'une ficelle pour favoriser le maintien des moules sur les boudins). Les rendements entre les boudins produits par les deux techniques sont variables et hétérogènes. Plusieurs facteurs peuvent expliquer cette variabilité, tels la période de boudinage, le niveau de stress subit par le naissain, les conditions environnementales, la force d'attachement du byssus et la mobilité des moules, qui pourrait jouer un rôle dans les pertes par détachement ou la prédation (crabe et étoile de mer) et la fixation d'organismes indésirables. Ces organismes indésirables, appelés épifaune, peuvent être en compétition avec les moules commerciales pour l'espace et l'accès à la nourriture (Arakawa, 1990; Lesser *et al.*, 1992; Lopez *et al.*, 2000; Taylor *et al.*, 1996; Bergeron *et al.*, 2002).

La mytiliculture est une activité qui se déroule en milieu naturel, ce qui entraîne certaines contraintes dues aux conditions environnantes. Beaucoup d'équipements ont été développés pour les activités sur terre et sur l'eau. Par contre, certains aspects peuvent encore être améliorés, particulièrement la technologie des lignes flottantes et les ancrages. Ceci est d'autant plus crucial que la mytiliculture québécoise est parfois pratiquée en milieu ouvert et à grande profondeur pour éviter les banquises de glaces dérivantes. Or, cette technologie en milieu ouvert n'est pas encore complètement maîtrisée bien que de grands pas aient déjà été faits. Certaines zones maricoles abritées et semi-fermées ont fait l'objet, ces dernières années, d'un niveau de développement intense, comme dans les lagunes des Îles-de-la-Madeleine. Ces zones abritées ont un taux d'échange limité avec le milieu extérieur, réduisant le renouvellement de microalgues à l'intérieur de celles-ci, qui constitue la nourriture des moules (Booth, 1991; Souchu *et al.*, 1991). Lorsque la déplétion des microalgues, entraînée par le taux de filtration de l'ensemble des bivalves dans ces zones abritées, excède le renouvellement des microalgues par les échanges entre les masses

d'eau, la capacité de support du site est excédée, ce qui entraîne une diminution de la production pouvant aller jusqu'à l'apparition de mortalité massive (Incze *et al.*, 1981; Bacher, 1991; Powell *et al.*, 1995). La détermination de la capacité de support des sites est donc importante dans les zones à risque comme les lagunes des Îles-de-la-Madeleine. La caractérisation des sites mytilicoles n'a pas été réalisée entièrement dans toutes les régions du Québec maritime. Afin de favoriser la croissance de la production, les zones les plus propices au développement mytilicole devront être identifiées et caractérisées.

### **3.2.2 Récolte et traitements post-récoltes**

L'opération de récolte, spécialement pour le boudinage en continu, est une opération délicate due au poids des filières à soulever et les efforts et les coûts qu'elle engendre (Bonardelli et Morissette, 2001). Cette problématique est accentuée lors de la récolte sur glace, nécessaire afin de subvenir aux besoins des marchés. La récolte des boudins peut entraîner des pertes par dégrappage lors de la levée des boudins, spécialement lorsque le développement de l'épifaune (incluant la seconde fixation des moules) est important (Bergeron *et al.*, 2002). Une fois récoltées, les moules doivent être dégrappées, triées et nettoyées. Il existe des machines bien adaptées et performantes pour ces étapes. Par contre, il semble qu'il existe des différences entre *Mytilus trossulus* et *M. edulis* au niveau de l'efficacité du tri et du bris des coquilles (Mallet et Carver, 1995). En plus, lors de ces opérations, il est difficile d'identifier les moules moribondes et de vase (coquille vide remplie de vase). Si le marché visé est celui du produit vivant, il faut pouvoir conserver les moules en viviers jusqu'au moment du débyssage et de l'expédition. Actuellement, on connaît relativement peu de choses sur les conditions optimales d'opération des viviers commerciaux. La production peut également être écoulée via des procédés de transformation, ce qui facilite la problématique de l'écoulement sur les marchés. Des essais commerciaux semblent prometteurs aux Îles-de-la-Madeleine, toutefois, ces marchés doivent continuer à être développés.

Certains sites de production à fort potentiel mytilicole, comme la baie de Gaspé, font régulièrement l'objet d'épisodes de contamination bactérienne qui nécessitent une dépuración avant la commercialisation (Desbiens, 2000). Un mode de dépuración efficace et peu dispendieux devrait être développé pour la moule afin de rendre l'exploitation mytilicole possible et rentable pour l'industrie. Bien que des modes de dépuración sont employés dans d'autres pays, telle la Grande-Bretagne (Wilson *et al.*, 1992), ils ne sont pas normés pour une utilisation au Canada.

### **3.2.3 Commercialisation et aspects économiques**

Au Québec, nous n'avons pas encore pu établir des standards de production. Nous ne savons pas toujours bien ce qui devrait être fait, ni comment et à quel coût. Par conséquent, il devient difficile pour un mytiliculteur d'évaluer correctement la performance de son entreprise. Le mytiliculteur doit aussi être en mesure de bien connaître l'état de sa production, ne serait-ce que pour mieux connaître la biomasse commercialisable réelle qui est disponible (Brown *et al.*, 1999). Ceci évite de commettre des erreurs d'appréciation qui peuvent être préjudiciables au niveau de la commercialisation. Or, la production est sous l'eau et donc pas visible. La mise au point d'une méthode d'inventaire simple qui permet d'obtenir des informations fiables sur la production est souhaitable. Finalement, la stratégie de commercialisation que devrait employer les mytiliculteurs en Gaspésie est importante à définir afin de leur permettre de se développer adéquatement.

## **4. Pétoncles géants**

### **4.1 Description de la pectiniculture québécoise du pétoncle géant**

Avec le programme REPERE, phases I et II, les intervenants en pectiniculture, particulièrement aux Îles-de-la-Madeleine et en Basse-Côte-Nord, ont acquis de nombreuses connaissances biotechniques via des activités d'ensemencement de fond de pêche ou d'élevage en suspension (Cliche et Giguère, 1998; Cliche *et al.*, 1999; Nadeau, 2000). Les deux activités pectinicoles aux Îles-de-la-Madeleine dépendent du même mode d'approvisionnement, soit la récolte de naissain sur collecteurs artificiels tandis que les activités en Basse-Côte-Nord dépendent également de la

production de naissain en écloserie. L'élevage en suspension vise principalement la vente de pétoncles vivants pour le marché de la table. Cette production provenant des Îles-de-la-Madeleine et de la Basse-Côte-Nord risque prochainement d'être en pleine expansion avec l'ajout prochain d'un site en Gaspésie.

Le Québec a consenti des efforts importants sur l'ensemencement et le repeuplement de bancs de pétoncles géants au large des Îles-de-la-Madeleine. Ces efforts sont maintenus depuis plus de 10 ans sous la forme de programmes de recherche et développement orientés vers le transfert technologique direct avec l'industrie, le programme REPERE et REPERE II (Cliche et Giguère, 1998; Cliche *et al.*, 1999). Les résultats obtenus ont permis de hisser le Québec au sommet des leaders mondiaux dans l'ensemencement et le repeuplement du pétoncle géant. Ces bons résultats sont le fruit d'une étroite collaboration entre le MAPAQ, le ministère des Pêches et des Océans et l'Association des pêcheurs de pétoncle de cette région. Entre 1990 et 2000, 29 millions de pétoncles ont été ensemencés au large des Îles-de-la-Madeleine. Pour la première fois en 2001, 135 tonnes de pétoncles ont été récoltées à partir de sites ensemencés (MAPAQ, 2001).

Aux Îles-de-la-Madeleine, un producteur est spécialisé dans l'ensemencement de fond de pêche. La collecte de naissain est réalisée à l'extérieur des lagunes, le prélevage en paniers suspendus dans la lagune de Havre-aux-Maisons et l'ensemencement sur des sites de pêche spécifiques. Un pectiniculteur est également en activité dans la lagune de Grande-Entrée et oriente sa production directement vers le marché de la table. Son produit se retrouve sur le marché de la restauration depuis 2 ans.

En Gaspésie, les travaux de captage ont démontré un potentiel très intéressant pour le développement pectinicole pour les sites de la baie de Gaspé et de Carleton – St-Omer. Un projet de production en suspension est sur le point de voir le jour dans la région de Carleton – St-Omer pour le marché de la table et des essais expérimentaux sont en cours de réalisation dans la baie de Gaspé avec la collaboration d'un producteur de moules.

En Côte-Nord, les activités pectinicoles pour le pétoncle géant sont concentrées en Basse-Côte-Nord, soit aux sites de St-Augustin, Vieux-Forts et Belles-Amours et dépendent tous de la production de naissain produit dans l'écloserie de St-Augustin. La production vise principalement le marché de la restauration. Cette activité a subi des difficultés importantes ces dernières années, suite à l'apparition de mortalité massive. Toutefois, des modifications dans la gestion des opérations ont permis de contenir ces problèmes dans les élevages. Bien que des pistes pour identifier les causes de ces mortalités commencent à être élucidées, des travaux de recherche doivent se poursuivre pour connaître les mécanismes induisant ces mortalités. Le mode d'engraissement à privilégier, soit l'élevage en suspension ou l'engraissement directement sur le fond est en évaluation par les producteurs (Gaudet et Côté, 1995).

La production pectinicole dans la région du Bas-St-Laurent n'existe pas. Bien que cette espèce est présente naturellement dans cette région, son apparition est anecdotique. Aucun banc d'importance n'a présentement été identifié et il serait surprenant que ceux-ci puissent alimenter du captage en milieu naturel. Les salinités variables de cette zone estuarienne, mal supportées par cette espèce, diminuent fortement le potentiel de grossissement du pétoncle géant dans les eaux de cette région.

## **4.2 Bilan sommaire de la recherche**

Comme pour les moules, les besoins en recherche et développement sur le pétoncle géant sont grands et se regroupent ici selon trois thèmes, soit la production, la récolte et les traitements post-récoltes, et finalement, la commercialisation et les aspects économiques.

### **4.2.1 Production**

L'approvisionnement en naissain étant la base de toute entreprise aquacole, la fiabilité et la pérennité du captage doivent être assurées (Couturier *et al.*, 1995). Présentement, grâce aux travaux antérieurs réalisés (Cliche *et al.*, 1991; Parsons *et al.*, 1993; Cliche et Giguère, 1994; 1995; Harvey *et al.*, 1995c; Miron *et al.*, 1995; Pouliot *et al.*, 1995; Pearce et Bourget, 1996; Bourget et Harvey, 1998; Pearce *et al.*, 1998), le captage en milieu naturel atteint des niveaux

suffisants pour permettre la rentabilité des entreprises aux Îles-de-la-Madeleine (voir Cliche et Giguère, 1998; Cliche *et al.*, 1999; Nadeau, 2000 pour le bilan des travaux de transfert technologique). Toutefois, les variabilités temporelles sont assez importantes (Cliche *et al.*, 1991; Harvey *et al.*, 1995b) et les techniques de captage doivent être améliorées afin de s'assurer d'obtenir des juvéniles en nombre suffisant en prévision d'éventuelles mauvaises saisons de recrutement (Cliche et Giguère, 1998). Cette optimisation du succès de captage permettrait également de réduire les coûts de récolte en juvéniles des entreprises pectinicoles. Contrairement aux moules, les collecteurs de naissains de pétoncles sont laissés à l'eau durant le premier hiver afin de permettre aux juvéniles d'atteindre une taille suffisamment grande pour les trier mécaniquement. Au cours de cette période, les pertes par détachement, prédation ou autres sont importantes et incontrôlées (Cliche et Cyr, 2001). Afin d'accroître les rendements des entreprises, des avancées technologiques devront être réalisées dans le but d'optimiser les techniques de fabrication, de mise à l'eau, de suivi, de récupération et de traitement des collecteurs. Des expériences encourageantes, entreprises par le MAPAQ et l'IML ces dernières années en Gaspésie, ont permis d'établir que deux régions particulières, soit la péninsule de Gaspé et la région au large de St-Omer – Carleton, ont un potentiel important de captage de naissain de pétoncle géant (Thomas *et al.*, 2001). Ces résultats pourraient donc être très prometteurs. Toutefois, de nombreuses questions restent en suspens sur le potentiel de production de ce naissain et des futurs sites d'élevage en Gaspésie autant pour des besoins d'ensemencement de fond de pêche que pour le grossissement en suspension.

La production de naissain passe également par l'utilisation des techniques d'écloserie et de nurserie (Bourne *et al.*, 1989). Au Québec, les difficultés de récolter des juvéniles de pétoncles par la collecte en milieu naturel dans la région de la Basse-Côte-Nord ont entraîné la création d'une écloserie commerciale (Côté, 1996). Dans ce contexte, le rôle des écloseries pourrait être confiné aux régions où le captage en milieu naturel est impossible au niveau commercial. Toutefois, il y a de plus en plus de projets de recherche conchylicole dans le monde, orientés vers la production de lignées plus adaptées à l'élevage, issus des programmes de sélection génétique. Cette tendance devrait se traduire par une production accrue de juvéniles issus d'écloserie, car seule la reproduction contrôlée est en mesure de fournir ce type de produit. Bien que des avancées technologiques importantes ont été réalisées depuis 20 ans en écloserie-nurserie (Helm, 1990; Coutteau et Sorgeloos, 1992; Gaudet et Gallien, 1995; Nicolas *et al.*, 1996; Robert *et al.*, 1996; Pontual *et al.*, 1998; Andersen *et al.*, 2000), des travaux de recherche sont encore nécessaires pour rendre ce mode de production aussi compétitif que le mode de production en milieu naturel. Les facteurs critiques sont essentiellement les modes de contrôle de la mortalité des stades larvaires (facteurs génétiques et nutritionnels; Coutteau et Sorgeloos, 1992; Cochard et Devauchelle, 1993; Robert et Trintignac, 1997; Soudant *et al.*, 1998; Pernet *et al.*, 2001) et l'augmentation des taux de métamorphose (Hodgson et N. Bourne, 1988; Nicolas *et al.*, 1995; 1997).

La production de pétoncles pour le marché de la table ou pour l'ensemencement passe présentement par un stade d'élevage en suspension. Plusieurs problématiques sont rencontrées durant cette phase de production (Gaudet, 1993; Cliche *et al.*, 2001). Premièrement, la récolte des collecteurs jusqu'à la mise à l'eau des juvéniles dans les structures d'élevage (paniers, cages ou autres) en passant par le tri mécanisé des juvéniles, est un facteur de stress qui peut limiter la croissance durant les premières semaines et même causer des pertes par mortalité. Ce stress est d'autant plus difficile à évaluer, qu'il y a peu d'indicateurs disponibles pour les opérations pectinicoles (Minchin *et al.*, 2000; Lafrance *et al.*, 2001). Par la suite, ces pétoncles en élevage en suspension font face à différents facteurs pouvant limiter leur croissance et leur survie, tels la prédation (Lopez *et al.*, 2000), la compétition intraspécifique (densité dans les structures d'élevage; Fréchette *et al.*, 1996; 1999), la compétition interspécifique avec les organismes se développant sur les structures d'élevage que l'on nomme épifaune (Claereboudt *et al.*, 1994a; Lodeiros et Himmelman, 1996b), l'environnement (Chauvaud *et al.*, 1988; Claereboudt *et al.*, 1994b; Pazos *et al.*, 1997; Laing, 2000; Lorrain *et al.*, 2000), la nature de la structure d'élevage (Cliche *et al.*, 2001) et l'état physiologique des individus (Bricelj *et al.*, 1987; Navarro *et al.*, 2000). Un des facteurs importants pouvant influencer l'état physiologique des individus est leurs génotypes variables même à petites échelles (Blake et Grave, 1985; Sinclair *et al.*, 1985; Lewis et Thorpe, 1994). Le développement de modes de gestion permettant de diminuer les impacts de l'épifaune et de la prédation est un facteur important pouvant permettre d'optimiser les élevages tout comme l'amélioration des techniques et procédés d'élevage.

#### **4.2.2 Récolte et traitements post-récoltes**

Les pétoncles produits pour l'ensemencement de fond de pêche sont récoltés sur les structures de grossissement en suspension bien avant les pétoncles destinés aux marchés de la table. Cette récolte, jusqu'à l'ensemencement sur les fonds de pêche, est un facteur de stress qui pourrait influencer le succès de ces ensemencements (Fleury *et al.*, 1996; Guderley *et al.*, 2001). La stratégie d'ensemencement sur les fonds de pêche nécessite des bonnes connaissances sur la nature optimale des fonds à ensemer, sur les conditions environnementales propices lors des ensemencements et sur la taille idéale des pétoncles permettant une survie accrue (Barbeau *et al.*, 1994; Cliche *et al.*, 1994; Goldberg *et al.*, 2000). Le contrôle de la prédation sur ces sites est également un atout important (Roussy *et al.*, 1994; Nadeau et Cliche, 1995a;b; Barbeau *et al.*, 1996; Veale *et al.*, 2000). La technique de l'ensemencement direct (Silina, 1994) employée par d'autres programmes d'ensemencement, tel celui du détroit de Northumberland au Nouveau-Brunswick, pourrait être également évaluée et optimisée. Le succès des ensemencements doit être évalué le mieux possible et optimisé afin de démontrer la rentabilité de cette pratique et identifier les étapes laissant place à l'amélioration afin d'atteindre le succès commercial (Cliche et Nadeau, 2000). Il a été calculé que le taux de recapture des pétoncles ensemencés doit être entre 20 % et 30 % pour que les opérations d'ensemencement soient économiquement rentables (Nadeau et Cliche, 1998). Les engins de récolte des pétoncles ensemencés doivent être optimisés afin de mieux protéger l'habitat, augmenter la survie des pétoncles ensemencés et améliorer le succès de pêche.

Les pétoncles produits pour le marché de la table sont présentement écoulés vivants directement vers le marché niche de la restauration. Cette pratique demande une manipulation individuelle des pétoncles assez importante afin que ceux-ci répondent aux critères de qualité des restaurateurs. Chaque pétoncle est donc brossé manuellement afin d'enlever toute trace d'épifaunes et de sédiments pouvant s'être développés ou déposés sur la coquille. Bien qu'efficace, cette technique est onéreuse et devrait être mécanisée. Le pétoncle vivant a également une vie tablette assez courte (moins de 7 jours), mais des techniques de stabulation, contention, d'emballage et de manutention pourraient être développées pour accroître celle-ci (Coulombe *et al.*, 2001).

#### **4.2.3 Commercialisation et aspects économiques**

La stratégie de commercialisation du pétoncle vivant répond présentement assez bien à la production à mettre sur le marché. Toutefois, est-elle suffisante pour répondre aux augmentations prévues dans les plans de production des pectiniculteurs? La commercialisation du pétoncle vivant directement aux restaurateurs est-elle la voie de mise en marché la plus rentable compte tenu des exigences qu'elle entraîne? Des projets de développement et de diversification du produit doivent donc être entrepris. La pectiniculture du pétoncle géant s'est développée loin des marchés, ce qui entraîne des problématiques de transport particulières surtout pour la vente de produits vivants.

### **5. Myes**

#### **5.1 Description de la myiculture québécoise**

L'élevage de la mye pourrait offrir un potentiel de développement maricole intéressant pour les régions du Québec maritime. Une ferme pilote d'élevage a vu le jour dans les lagunes des Îles-de-la-Madeleine suite à des analyses démontrant le potentiel économique de cette ressource. Le marché de la mye commune est en pleine croissance (Lise Chevarie, comm. pers., programme MIM, STMIM). Des essais commerciaux sont également en cours en Côte-Nord avec les communautés autochtones. L'élevage de la mye pourrait également offrir un potentiel de développement maricole intéressant pour les régions de la Gaspésie et du Bas-Saint-Laurent qui possèdent plusieurs sites naturels où cette espèce est présente. D'ailleurs, une étude sous la direction de la SODIM est actuellement en réalisation afin de promouvoir la réouverture de ces zones coquillières en Gaspésie qui souffrent de la présence de coliformes bactériens en trop grande quantité pour permettre la récolte de mollusques. L'élevage de la mye commune est une activité nouvelle où les besoins de recherche et développement sont très grands.

## 5.2 Bilan sommaire de la recherche

### 5.2.1 Production

L'approvisionnement en juvéniles pourrait provenir, soit du captage sur des collecteurs, de la production en éclosérie ou de la récolte de juvéniles sur des bancs naturels supportant une population à haute densité (Bourque *et al.*, 2000). Les travaux sur la collecte réalisée aux Îles-de-la-Madeleine ont permis d'éliminer le choix du captage sur des collecteurs en suspension, tels que ceux utilisés pour le pétoncle. Toutefois, le captage benthique reste encore à explorer. La production de mye en éclosérie est testée au Québec, Nouveau-Brunswick et au Maine, mais la démonstration économique de cette option n'est pas réalisée. Le choix du type de production de juvéniles devra se faire également sur la base de la performance de croissance et de survie de ceux-ci jusqu'à la taille commerciale. Comme pour les autres espèces de bivalves endobenthiques en élevage, telle la quahog, les juvéniles seraient alors ensemencés sur des sites sélectionnés pour leurs caractéristiques favorables à leur croissance, à leur survie, au maintien de la qualité et où la prédation serait contrôlée (MacFarlane, 1998). Peu de choses sont connues sur la myiculture dans le monde et le niveau de développement de cette espèce est très faible. À l'Île-du-Prince-Édouard, le développement de cet élevage est limité depuis quelques années par l'apparition chronique de néoplasie hématique causant des phénomènes de mortalité massive (McGladdery *et al.*, 2001). Cette espèce est sensible à l'apparition de cette maladie (Barber, 1990). Ainsi, afin de s'assurer de la pérennité des élevages, une attention particulière devrait être portée sur ce phénomène. La mye commune est une espèce qui semble sensible à la prédation (Eggleston *et al.*, 1992; Rasmussen et Heard, 1995; Bourque *et al.*, 1999), qui est même le premier facteur de mortalité des bancs naturels du nord-est du New Jersey (MacKenzie Jr et McLaughlin, 2000). Les pertes majeures observées en milieu naturel sont également causées par le bris et le déplacement des myes suite aux tempêtes (MacKensie et Stehlik, 1988). Pour la quahog, *Mercenaria mercenaria*, les éleveurs sur la côte est des États-Unis, estiment perdre 44 % de leurs naissains après la première année de croissance. Ils estiment que le contrôle des prédateurs (par des filets de protection et des trappes de capture de prédateurs) avant et après l'ensemencement a des effets significatifs sur la survie des élevages (Walton et Walton, 2001).

Le grossissement de la mye jusqu'à la taille commerciale ne peut pas s'effectuer en suspension afin d'accélérer la croissance, car ces organismes fouisseurs subissent des déformations de leur coquille dans ces conditions. Les besoins en recherche et développement sont importants sur les techniques mécanisées optimales de récolte sur les bancs de juvéniles, sur l'identification de bancs de juvéniles performants et sur les techniques monospécifiques de captage en milieu naturel. L'ensemencement dans des conditions commerciales où l'effort et le stress d'ensemencement sont minimaux est encore à développer. Les indicateurs de vivacité pour déterminer le niveau de conditions physiologiques lors des différentes manipulations et étapes de production sont peu disponibles.

### 5.2.2 Récolte et traitements postrécoltes

Les productions de myes d'élevage aux Îles-de-la-Madeleine et en Côte-Nord n'ont pas encore atteint l'étape du traitement postrécolte et de la vente à des niveaux importants. Toutefois, nous savons que les myes lorsqu'elles auront atteint la taille commerciale, seront récoltées mécaniquement et entreposées avant la vente sur les marchés. Ces champs d'action auront certainement des besoins de recherche et développement particulièrement pour l'optimisation du rendement des engins de récolte en fonction des différents types de substrat. L'utilisation des zones fermées pour cause de pollution organique pourrait également être envisagée en intégrant des processus de dépuración déjà bien maîtrisés pour la mye (Cerebral Marine Research, 1990).

### 5.2.3 Commercialisation et aspects économiques

Comme pour toutes les productions conchylicoles, les standards de production et les techniques d'inventaire précises ne sont pas établis. La stratégie de commercialisation et de mise en marché a été définie par l'entreprise des Îles-de-la-Madeleine. Toutefois, celle-ci pourrait être élargie à d'autres clientèles cibles et selon d'autres modes de mise en marché.

## 6. Ombles

### 6.1 Problématique en eau douce

Les régions du Québec maritime sont caractérisées par des zones d'élevage permettant surtout la production de l'omble de fontaine et de l'omble chevalier. Les régions où ces élevages se développent et devraient prendre de l'expansion sont le Bas-Saint-Laurent, la Haute et Moyenne Côte-Nord et la Gaspésie. Bien que ces espèces aient fait leur entrée en pisciculture depuis quelques années, le développement de ces élevages n'est pas encore totalement contrôlé, surtout pour l'omble chevalier dont le niveau de développement est plus faible (Sévigny *et al.*, 2000). Des travaux ont été récemment réalisés ou sont en cours de réalisation afin d'accroître l'information sur l'omble chevalier (Dumas *et al.*, 1995; Blier et Lemieux, 2001), surtout pour combler le manque de données sur la physiologie des géniteurs (Dumas *et al.*, 1996; Martin *et al.*, 1997; Audet et Cyr, 2001; Atse *et al.*, 2001) noté par l'industrie (Sévigny *et al.*, 2000). Les autres problématiques véhiculées par les producteurs d'omble chevalier (Sévigny *et al.*, 2000) sont similaires aux besoins de recherche et développement des producteurs d'omble de fontaine (SORDAC, 2001), soit la vulnérabilité des approvisionnements en œufs, la domestication des espèces, la diminution des impacts environnementaux, particulièrement des rejets de phosphore (soit par l'alimentation, le traitement des effluents et la recirculation), et la mise en marché. Plusieurs travaux de recherche sont en cours de réalisation par les chercheurs intégrés au Réseau aquacole du Québec, sur le développement de diètes moins polluantes, la gestion du mode alimentaire afin de diminuer les rejets et augmenter la croissance, le traitement des effluents des bassins d'engraissement par captage du phosphore et la domestication. Les efforts en recherche sur la domestication sont déjà débutés (Arsenault et Bernatchez, 2001) et permettront de développer des souches génétiques pures, d'origines connues, exemptes et résistantes aux maladies, et à fort potentiel bioéconomique. Cependant, certains aspects sont encore que partiellement couverts, tels le traitement des effluents des étangs d'engraissement et la recirculation. Pour la mise en marché, une étude est présentement en cours via la table filière du MAPAQ afin d'identifier le potentiel du marché et développer les meilleures stratégies.

### 6.2 Problématique en eau de mer

Dans les régions du Québec maritime, l'eau très froide en hiver et la présence d'un couvert de glace limitent l'engraissement en cages marines du printemps à l'automne. Toutefois, l'engraissement en bassins terrestres pourrait se réaliser à l'année, particulièrement en utilisant la technologie de la recirculation pour compenser les températures hivernales froides. L'élevage en cages marines flottantes est intéressant pour ses coûts réduits d'immobilisations (infrastructures et coûts de pompage de l'eau) et de production (croissance plus rapide en cages marines). Des évaluations réalisées en Ontario ont permis d'établir que le coût de production de truite arc-en-ciel en cages flottantes était moins de 3,50 \$/kg comparativement à plus de 4,00 \$/kg en bassins terrestres (Hynes, 1997). Des essais réalisés dans la rivière Gatineau démontraient que les coûts d'immobilisations se chiffraient à 1 500 \$/tonne de production (Maheu et Lareau, 1997), alors que les évaluations pour des élevages terrestres variaient entre 7 000 \$ et 12 000 \$/tonne selon la technique de production (Sirois *et al.*, 1998). Une évaluation des taux de croissance obtenus dans un projet d'élevage d'omble de fontaine en cages marines a permis de déterminer que la croissance pouvait être jusqu'à 2,5 fois plus élevée qu'en bassins terrestres avant maturation sexuelle (Lafleur, 1985; Robert Champagne, comm. pers., STPED, MAPAQ). Il est toutefois nécessaire pour le succès de cette industrie d'élaborer un mode de gestion où les risques environnementaux sont réduits au minimum. C'est le mandat du projet expérimental ECO visant la démonstration biologique, technique, environnementale et économique de l'engraissement de l'omble de fontaine en cages marines dans la baie de Gaspé. Le choix précis du site dans la baie de Gaspé a d'ailleurs été réalisé par des études océanographiques approfondies en fonction des impacts environnementaux possibles (Koutitonski *et al.*, 2001; Koutitonski, 2001; Koutitonski, 2002; Montety *et al.*, 2002). Les besoins en recherche sont également importants afin d'établir les barèmes et les techniques pour l'engraissement en milieu marin (Le François et Auclair, 2001), qui peuvent être transposés directement pour l'engraissement en bassins terrestres. Les recherches fondamentales sur l'anadromie (processus adaptatif présent chez plusieurs espèces de salmonidés permettant à des individus nés en eau douce de fréquenter les eaux salées) ont suffisamment évoluées ces dernières années pour avancer rapidement dans cette voie (Dumas *et*

*al.*, 1995; Le François *et al.*, 1997; Claireaux et Audet, 2000; Le François et Blier, 2000; Boulva *et al.*, 2002).

## **7. Diversification**

Dans cette section, nous présentons les espèces qui nous semblent intéressantes et pouvant soutenir un développement aquacole à plus ou moins court terme. La SODIM souhaite donc contribuer à l'avancement de la recherche les concernant dans une dynamique de diversification de l'industrie. Les efforts qui seront consentis seront cependant moins importants que pour les espèces présentées précédemment.

### **7.1 Pétoncles d'Islande**

Cette espèce de pétoncle pourrait représenter un potentiel conchylicole intéressant pour certaines régions du Québec maritime, comme la Haute et Moyenne Côte-Nord et le Bas-Saint-Laurent. En effet, cette espèce, résistante aux faibles températures et aux variations de salinités, pourrait représenter le seul potentiel pectinicole pour ces régions. La croissance de cette espèce est toutefois plus lente que le pétoncle géant (Giguère *et al.*, 1995) et son potentiel commercial reste à évaluer. Les travaux ont porté jusqu'à maintenant vers le transfert de pétoncles d'une zone de faible croissance où le pétoncle est abondant vers une zone de forte croissance où le pétoncle est moins abondant (Fréchette *et al.*, 2000). Cette stratégie a donné des résultats intéressants au niveau expérimental. Toutefois, afin d'assurer le succès de ces opérations d'ensemencement à l'échelle pilote, le potentiel des sites d'ensemencement devra être mieux caractérisé. Des promoteurs privés sont présentement à développer des opérations d'élevage plus complet intégrant du grossissement dans des structures d'élevage en suspension. Bien que les technologies développées pour le pétoncle géant peuvent être transférées pour l'élevage du pétoncle d'Islande, ces techniques devront être optimisées pour les besoins de cette espèce.

Des connaissances sur la qualité des pétoncles restent encore à acquérir, autrement qu'en termes de présence de coliformes (contamination bactérienne) et de phytotoxines (PSP, DSP, acide domoïque). Par exemple, d'autres substances (des polluants provenant des activités industrielles ou des substances toxiques d'origine naturelle provenant de l'érosion) pourraient être accumulées dans les tissus des pétoncles mis en élevage. Des travaux récents non publiés démontrent que les pétoncles sont plus sensibles que les autres bivalves commerciaux à la bioaccumulation de produits toxiques de sources naturelles, tel le cadmium (comm. pers. Guglielmo Tita, chercheur MAPAQ-UQAR, STMIM, Îles-de-la-Madeleine).

### **7.2 Huîtres américaines**

Des essais d'élevage d'huîtres ont été entrepris aux Îles-de-la-Madeleine depuis quelques années. La production de juvéniles en milieu naturel semble très difficile et le développement d'une éclosure-nurserie demande des efforts aquicoles et des investissements importants. Toutefois, le site du bassin aux Huîtres est un site intéressant pour l'engraissement (Giguère et Poirier, 1980). Comme les producteurs les plus proches se situent dans les provinces maritimes, l'identification d'un site permettant le transfert d'huîtres vers les Îles-de-la-Madeleine demeure la problématique principale. Les travaux réalisés en Gaspésie démontrent un potentiel restreint pour l'élevage de l'huître dans cette région (Thomas, 1999).

### **7.3 Poissons marins**

#### **7.3.1 Loups de mer**

Suite à une étude visant à déterminer le potentiel aquacole (biologique, technique et économique) d'un large éventail de poissons marins et anadromes indigènes au Québec, les deux espèces de loup de mer, atlantique et tacheté, se sont classées première et deuxième dans un contexte de production d'œuf à œuf (Le François *et al.*, 2001a). Ainsi, des travaux ont été entrepris au Québec depuis 1998 afin de commencer à développer un cheptel de géniteurs pour chacune des

espèces et de maîtriser les aspects biotechniques de ces élevages en collaboration avec Terre-Neuve et la Norvège. La Norvège travaille sur l'élevage du loup atlantique depuis le début des années 1980, mais oriente principalement les travaux depuis le milieu des années 1990 sur le loup tacheté qui démontre de meilleure disposition pour la croissance à basse température. Suite à l'atelier sur le loup de mer organisé en juin 2002 à l'UQAR, il a été possible de constater que les travaux entrepris en Norvège et dans l'est du Canada (Québec et Terre-Neuve) ont permis la maîtrise de la plupart des étapes biotechniques de cet élevage, bien que celles-ci ne soient pas encore optimisées. En Norvège, le développement de cet élevage est maintenant à l'étape commerciale avec une production prévue pour 2003-2004 de 750 tonnes (Olav Sparboe, 2002a). Les Norvégiens maîtrisent les paramètres de conditionnement des géniteurs, de la ponte et de la fécondation permettant d'obtenir des œufs de qualité suffisamment grande pour soutenir une production de juvéniles (Tveiten et Jonhsen, 1999; Tveiten et Jonhsen, 2001; Tveiten *et al.*, 2001; Andreassen, 2002; Falk-Petersen, 2002; Tveiten, 2002). Au Québec, les tentatives de frai et de fertilisation ont échouées jusqu'à maintenant et la qualité des œufs semble être en cause (Le François et Dutil, 2002). Des travaux ont été réalisés à Terre-Neuve pour identifier les paramètres biochimiques identifiant la qualité des œufs (Halfyard *et al.*, 2001; Halfyard et Parrish, 2002), ce qui devraient faciliter les travaux sur le conditionnement des géniteurs. La fécondation est interne chez le loup, mais en captivité, ces poissons ne s'accouplent pas de sorte qu'il faut recourir à la fertilisation artificielle. Une méthode d'identification du degré de maturité des gonades et du sexe des individus avant la ponte serait un outil intéressant pour évaluer les méthodes de conditionnement des géniteurs.

Pour le grossissement des juvéniles, la technologie des bassins du type « raceway » semble la plus adaptée. Toutefois, l'élevage en cages n'est pas rejeté et est actuellement en évaluation par les chercheurs norvégiens avec des cages submersibles à fond plat (Olav Sparboe, 2002b). Les travaux entrepris jusqu'à maintenant ont permis d'identifier les conditions nutritionnelles et environnementales permettant des taux de survie et de croissance intéressants commercialement (Halfyard *et al.*, 1998; Hansen et Falk-Petersen, 2001; Falk-Petersen, 2002; Le François *et al.*, 2001b; 2001c). Les loups sont des espèces ayant une bonne croissance en eaux froides, supportant peu les eaux chaudes, mais très résistantes aux faibles salinités, teneurs en oxygène dissous et forte densité (Le François *et al.*, 2001c; Falk-Petersen *et al.*, 1999; Falk-Petersen, 2002). La croissance des juvéniles est supérieure à salinité intermédiaire (Foss *et al.*, 2001; Le François *et al.*, 2002), ce qui pourrait favoriser son élevage en milieu estuarien. Des tests d'infection ont démontré que le loup de mer était très résistant et qu'il possédait, dès la taille de 50 mm, un système immunitaire complet lui permettant d'être protégé par un programme de vaccination (Espelid, 2002). La taille commerciale pour le marché européen est de 5 kg et les travaux de R&D ont permis aux Norvégiens d'atteindre cette taille en 36 mois au lieu de 48 mois auparavant. L'évolution de la recherche leur fait croire que cette taille pourrait être atteinte en 24 mois (Olav Sparboe, 2002b).

Plusieurs informations biotechniques laissent entrevoir un avenir prometteur pour l'élevage du loup de mer. Toutefois, afin de déterminer la faisabilité commerciale de cet élevage au Québec, il est nécessaire de combler les informations de natures commerciales et technico-financières. Une étude du marché européen couvrant la Norvège, la France et l'Allemagne est présentement disponible (Richardsen et Johansen, 2002). Cette étude cible le marché de la restauration haut de gamme qui apprécie, entre autres, la fraîcheur et la durée de vie étagère du produit. Le loup d'élevage ne soulève aucune réticence et les résultats de positionnement le classe dans la même catégorie que le flétan frais. Certains problèmes furent toutefois soulevés quant aux mucus sur la peau et au dépôt de graisse sur les filets et à l'appellation du produit qui porte à confusion. Les auteurs notent cependant que ces problèmes pourraient être éliminés par des stratégies d'alimentation ou de préparation avant abattage et de mise en marché et de valorisation. Cette étude évaluait le niveau de prix entre 11,00 \$ et 12,50 \$ le kilo de poisson entier. Aux États-Unis, Johnson et Halfyard (2002) évaluaient en juin 2002 que le prix de gros des filets sur les marchés américains était d'environ 15,50 \$ le kilo pour des ventes de loups sauvages, qui constituent de faibles débarquements. Au Canada, aucune information n'est disponible.

### 7.3.2 Plie Rouge

La plie rouge a été identifiée, dans le milieu des années 1990, comme une espèce d'eau froide à fort potentiel aquacole (Litvak, 1996), particulièrement pour sa capacité à supporter un large éventail de conditions environnementales (Fletcher, 1977; Klein-MacPhee, 1978), sa facilité à

être maintenue en captivité et par un bon taux de croissance (Litvak, 1999). Depuis ce temps, des efforts importants ont été entrepris au Québec et dans les provinces maritimes pour le développement aquacole de cette espèce. Le maintien des géniteurs, la production de gamètes de qualité, la fertilisation, les stades d'incubation et de développement larvaire sont bien maîtrisés avec des taux de survie à la métamorphose de plus de 30 % (Lee et Litvak, 1996a; 1996b; Batt, 1998; Litvak, 1999; Ben Khemis *et al.*, 2000; 2002; Plante *et al.*, 2002). Une femelle peut pondre de 500 000 à plus de 3,5 millions œufs (Scott et Scott, 1988). Des travaux ont été réalisés sur les besoins nutritionnels des juvéniles et les taux de croissance sont bons avec l'atteinte de la taille commerciale en 3 ans (Hebb *et al.*, 1997; Letvak, 1999; Fredette *et al.*, 2000; Ramsay *et al.*, 2000). Toutefois, avant le passage vers des élevages commerciaux, les techniques d'engraissement des juvéniles devraient être optimisées, particulièrement les diètes et les conditions de photopériode afin d'éviter le jeûne hivernal. Le développement de système de bassins superposés de faible niveau d'eau pourrait être un atout intéressant pour l'élevage de ce poisson plat nécessitant un faible niveau d'eau et supportant des densités importantes. Ce type de système pourrait permettre la superposition de plusieurs bassins dans un faible espace. Cette espèce est bien adaptée aux conditions environnementales estuariennes (Plante *et al.*, 2002) et se reproduit dans ces zones. Il est donc possible de faire l'élevage complet d'œuf à œuf de la plie rouge en milieu estuarien.

Du point de vue économique, l'élevage de la plie rouge a des aspects positifs. Comme pour tous les poissons de fond, une diminution constante des stocks est observée, qui se traduit par une hausse des prix au débarquement. Le marché est bien développé et le prix de vente est intéressant avec des valeurs de 2,27 \$ US la livre au marché de New York (6 décembre 2001; Céline Audet, ISMER, comm. pers.). Toutefois, la pêche commerciale est toujours présente, ce qui fait varier les prix selon l'importance des débarquements et l'appellation *sole* pour l'ensemble des poissons plats permet difficilement de distinguer le produit sur les marchés.

### 7.3.3 Flétan de l'Atlantique

L'élevage du flétan est intéressant essentiellement en raison du prix que ce produit haut de gamme va chercher sur les marchés et qui est supérieur au prix du saumon. L'élevage de cette espèce est étudié depuis près d'une vingtaine d'années (Methven *et al.*, 1992; Neilson *et al.*, 1993; Parrish *et al.*, 1994; Morrison *et al.*, 1997; Tevdt *et al.*, 2000; Martin-Robichaud *et al.*, 2001; Zhu *et al.*, 2001) durant lesquelles les efforts en recherche et développement ont entraîné l'arrivée d'élevage pilote et commercial en Norvège et dans les provinces maritimes ([www.akvaplan.niva.no/aqua/halibut.htm](http://www.akvaplan.niva.no/aqua/halibut.htm)). Toutefois, la production de larves et de juvéniles de qualité est difficile (Berg, 2002). On observe des taux de mortalité larvaire élevés, des malformations, des problèmes de pigmentation et de taux de croissance, et une sensibilité aux maladies importantes. Un des plus grands obstacles au développement de cet élevage en Norvège présentement est la mortalité massive des larves et des juvéniles causée par les infections au nodavirus (Nerland *et al.*, 2001). La maîtrise biotechnique de cet élevage semble toutefois plus facile pour l'engraissement de juvéniles de 500 g à 2 kg et pourrait être envisageable au Québec par la validation du potentiel de transfert technologique et de partenariat avec les Maritimes ou l'Europe.

### 7.3.4 Morue

De nombreux travaux ont été réalisés au Québec sur les processus énergétiques de la morue qui ont permis de bien maîtriser les aspects de maintien de géniteurs et d'engraissement (Dutil *et al.*, 1992; Audet *et al.*, 1993; Pelletier *et al.*, 1995; Provencher *et al.*, 1995; Couture *et al.*, 1998; Plante *et al.*, 1998; Lemieux *et al.*, 1999; Lambert et Dutil, 2001). Depuis quelques années, des travaux ont été entrepris également sur la reproduction et l'élevage larvaire (Fordham et Trippel, 1999; Litvak et Trippel, 1999; Rakitin *et al.*, 1999; Ouellet *et al.*, 2001), qui font en sorte que des élevages d'œuf à œuf ont été entrepris en Europe et à Terre-Neuve. Au Québec, cet élevage commercial pourrait être envisageable, particulièrement pour l'engraissement de juvéniles, en validant le potentiel du transfert technologique pour cette production et la possibilité de s'approvisionner à partir d'écloserie commerciale. Des essais d'engraissement de morues en cages marines ont été réalisés en Basse-Côte-Nord entre 1990 et 1992 (Millot et Larrivée, 1998). Les résultats de croissance ont été satisfaisants, mais des problèmes d'approvisionnement ont rendu la poursuite des travaux irréalisables en empêchant d'effectuer l'analyse de la rentabilité de

l'entreprise. Les problèmes de restructuration des stocks naturels combinés avec les fermetures des zones de pêche pourraient rendre la possibilité de l'engraissement en cages marines intéressant pour la région de la Basse-Côte-Nord.

#### 7.4 Oursins

La gonade d'oursin est un produit dont la valeur sur les marchés étrangers, et particulièrement asiatique, est très importante. Ce potentiel commercial a commencé à attirer l'attention de l'industrie dans l'est de l'Amérique du Nord vers la fin des années 1970 (Kramer et Nordin, 1978; 1979; Kramer, 1980). Par exemple, les exportations du Maine passaient de 22 tonnes dans les années 1970, à plus de 18 000 tonnes en 1993 (Motnikar *et al.*, 1995). Au Québec, des études ont été réalisées au début des années 1980 afin d'évaluer la biomasse naturelle disponible et ainsi le potentiel d'exploitation de cette espèce (Bérubé et Strachan, 1984; Himmelman *et al.*, 1983; Gendron, 1984; Lavergne et Himmelman, 1984). Bien que la biomasse était suffisante à certains sites, cette industrie s'est très peu développée. Le climat nordique québécois, combiné au cycle de développement des gonades de l'oursin, semble être la cause de ce retard. En effet, afin que le produit obtienne les meilleures cotes commerciales, l'indice gonadique doit atteindre au moins 12 %, après le transport jusqu'au marché (Motnikar, 1993). Au Québec, ce pourcentage est atteint chez les oursins seulement très tard à l'automne et à l'hiver, rendant l'accessibilité à la ressource très difficile (Gendron *et al.*, 1995; Himmelman *et al.*, 1997).

Le développement de cette industrie pourrait donc s'orienter vers l'application de certaines méthodes maricoles. L'alimentation d'oursins de taille commerciale, mais dont l'indice gonadique est trop faible, pourrait être une solution intéressante. Particulièrement, en combinant la stabulation qui permettrait de subvenir aux besoins des marchés le plus longtemps possible. Plusieurs travaux, réalisés entre autres au Québec, démontrent que les oursins peuvent être alimentés jusqu'à l'obtention d'une gonade rencontrant les critères de qualité des marchés asiatiques (Boyer *et al.*, 1995; Motnikar *et al.*, 1995; Larrivée *et al.*, 1998; Motnikar et Tétreault, 1998; Marsan *et al.*, 1999; Motnikar *et al.*, 2001b; Therrien *et al.*, 2002). Un système terrestre de stabulation et de conditionnement de l'oursin adapté au contexte environnemental québécois a également été développé ces dernières années (Fournier et Marsot, 1997; Demers et Fournier, 2000; Boulva *et al.*, 2002b). Les résultats obtenus sont très encourageants pour le développement d'une industrie combinant pêche, conditionnement et stabulation. Afin d'assurer son succès, les travaux de recherche devraient s'orienter vers le développement de diètes de qualité à faibles coûts favorisant l'uniformité du produit après conditionnement. Certaines diètes commerciales commencent à apparaître sur le marché. Une étape importante est également l'optimisation des méthodes de récolte par succion sur les fonds marins permettant de diminuer les coûts associés à la récolte. Des connaissances plus approfondies sur le contexte économique et de la mise en marché pour un produit québécois seraient également un atout pour le développement de cette industrie.

#### 7.5 Microalgues

La biomasse des microalgues des eaux gaspésiennes est riche et diversifiée, et offre les conditions permettant le développement naturel de floraison phytoplanctonique. Les capacités biochimiques et physiologiques des microalgues adaptées à une multitude de niches écologiques combinées avec leur capacité à survivre à des niveaux de compétition interspécifique et intraspécifique intense, peuvent fournir une source potentielle de production de biomolécules importante et non disponible chez les organismes terrestres. En plus, le faible niveau de connaissance des molécules marines, moins de 10 % comparativement à plus de 90 % pour les molécules de nature terrestre pourrait permettre des développements biotechnologiques d'envergure. Ainsi, les besoins d'identification de molécules nouvelles pour des activités biotechnologiques pourraient permettre le développement d'entreprises de production de microalgues. Les eaux gaspésiennes riches en éléments nutritifs, faibles en polluants, et abondantes, pourraient offrir des conditions idéales pour le développement de cette industrie. Bien que les techniques d'élevage de microalgues soient assez bien maîtrisées (Piorreck and Pohl, 1984; Taguchi *et al.*, 1987; Sukenik et Wahnon, 1991), celles-ci ne sont pas nécessairement adaptées à des conditions d'élevage industriel en gros volume et aux besoins spécifiques des différentes entreprises pouvant se développer. L'utilisation de cette biomasse nécessite également une méthode de concentration sous forme de pâte permettant le maintien de l'intégrité métabolique des microalgues et facilitant

l'extraction des biomolécules. Des études en recherche et développement sur la culture des microalgues sont également importantes dans le contexte de production de larves de mollusques en éclosérie. En effet, les microalgues sont la base nutritionnelle des larves de mollusques (Delaunay *et al.*, 1993; Utting and Millican, 1998) et le développement d'espèces de microalgues indigènes pourrait être favorable pour la conchyliculture d'espèces nordiques.

## 8. Conclusion

Les besoins de recherche et développement sont présentés par espèce selon l'approche employée lors des consultations. Nous retrouvons toutefois des besoins interspécifiques communs bien que les niveaux de priorité soient parfois différents entre les régions. D'une façon générale, nous observons que pour l'ensemble des régions, des analyses biophysiques seraient nécessaires afin d'évaluer et de cibler le potentiel réel du développement aquacole autant pour l'élevage des invertébrés que pour l'élevage des poissons. Ces analyses devraient s'orienter vers les espèces ciblées prioritairement pour le développement aquacole au Québec, mais devraient également évaluer les possibilités de diversification spécifique à chaque région.

Pour la conchyliculture, les besoins de recherche horizontaux (multispécifiques et multirégionaux) seraient orientés principalement autour de problématiques technologiques, biologiques, environnementales et économiques. Les problématiques technologiques horizontales sont fortement reliées à l'élevage en suspension. En effet, la conchyliculture au Québec s'est développée essentiellement par l'utilisation des filières flottantes afin de permettre le grossissement des bivalves en suspension. Des travaux de recherche devront être mis en œuvre afin d'optimiser la technologie des lignes flottantes dans les conditions particulières du Québec ainsi que les systèmes d'ancrage. Les élevages en suspension nécessitent également l'utilisation de bateaux, dont les technologies et équipements ne sont pas pleinement optimisés pour le travail conchylicole, d'où la nécessité de la recherche et développement dans ce domaine. Un domaine qui ne couvre pas seulement la conchyliculture en suspension est la mécanisation des opérations. La mécanisation est de plus en plus présente et les besoins en recherche et développement s'intensifient afin d'accroître le rendement des entreprises. Les problématiques biologiques communes à tous les élevages conchylicoles sont principalement orientées vers le développement de l'épifaune, le contrôle de la prédation et le développement d'indicateurs de vivacité. Tous les élevages en suspension ont des problèmes reliés à la présence d'épifaunes se développant sur les structures d'élevage et sur les bivalves eux-mêmes. Ces épifaunes ont des impacts plus ou moins importants selon le site et la période et nécessitent le développement de modes de contrôle lorsque nécessaire. La prédation est un problème plus généralisé et important. La prédation est présente sur l'ensemble des élevages, soit en suspension, sur le fonds ou en zone intertidale et des modes de contrôle et de gestion acceptables du point de vue environnemental devront être mis au point. Les bivalves ont la particularité d'être des organismes dont l'état physiologique est difficilement mesurable par les producteurs. La mise au point d'indicateurs de vivacité faciliterait la mise au point de systèmes et de techniques d'élevage limitant le stress subit par les bivalves. Du point de vue environnemental, une méthode de mesure de la capacité de support des sites conchylicoles est importante afin de s'assurer une bonne gestion du potentiel aquacole ainsi que des risques environnementaux. Finalement, au niveau économique, des besoins globaux sont identifiés pour déterminer des modèles statistiques d'évaluation simple de l'inventaire, le développement des standards de production et des stratégies de commercialisation et de mise en marché.

Chez les poissons, les besoins de développement horizontaux tournent tous autour des technologies permettant de diminuer les rejets dans l'environnement. Les technologies visées sont essentiellement des systèmes de traitement des effluents et des systèmes en recirculation. Les systèmes en recirculation permettent également d'accroître le nombre de sites potentiels aquacoles, la croissance des poissons ainsi que le nombre d'espèces exploitables.

## 9. Références

- Andersen S., G. Burnell et O. Bergh. 2000. Flow-through systems for culturing great scallop larvae (*Pecten maximus*). *Aquaculture International* 8: 249-257.
- Andreassen I. 2002. Broodstock and egg quality, experience from a commercial practice. Compte-rendu sur l'atelier sur le loup de mer : un partenariat productif. Tenu à Rimouski, 3-4 juin 2002. UQAR.
- Arakawa KY. 1990. Competitors and fouling organisms in the hanging culture of the pacific oyster, *Crassostrea Gigas* (Thunberg). *Mar. Behaviour Physiol.* 17: 67-94
- Arsenault E.-J. et L. Bernatchez. 2001. Gestion génétique de l'omble de fontaine, souche Rupert. Document de transfert technologique, SORDAC, No 2001-03.
- Audet C., M. Besner, J. Munro et J.-D. Dutil, 1993. Seasonal variations of various blood parameters in Atlantic cod (*Gadus morhua*) and American plaice (*Hippoglossoides platessoides*). *Can. J. Zool.*, 71: 611-618.
- Audet C. et D. Cyr. 2001. Étalement du frai chez l'omble chevalier (*salvelinus alpinus*). SORDAC. Document de recherche 2001.1.
- Atse C.B., C. Audet et J. de la Noue. 2002. Effects of temperature and salinity on the reproductive success of Arctic charr, *salvelinus alpinus* (L.): egg composition, milt characteristics and fry survival.
- Bacher C. 1991. Étude de l'impact du stock d'huître et des mollusques compétiteurs sur les performances de croissance de *Crassostrea gigas*, à l'aide d'un modèle de croissance. *ICES mar. Sci. Symp.* 192 : 41-47.
- Barbeau M.A, B.G. Hatcher, R.E. Scheibling, A.W. Henniga L.H. Taylor et A.C. Risk. 1996. Dynamics of juveniles sea scallops (*Placopecten magellanicus*) and their predators in bottom seeding trials in Lunenburg Bay, Nova Scotia. *Can. J. Fisheries and Aquatic Sci.* 53 : 2494-2512.
- Barbeau M. A., R.E. Scheibling, B.G. Hatcher, L.H. Taylor et A.W. Hennigar. 1994. Survival analysis of juvenile sea scallops *placopecten magellanicus* in field experiments: effects of predators, scallop size and density, site and season. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 115: 243-256.
- Barber, B.J. 1990. Seasonal prevalence and intensity and disease progression of neoplasia in soft shell clams, *Mya arenaria*, from the Shrewsbury River, New Jersey, pp 377-386. In Perkins, F.O. and T.C. Cheng (eds). *Pathology in Marine Science*, Academic Press, N.Y.
- Bates J.A. et D.J. Innes. 1995. Genetic variation among populations of *Mytilus spp.* in eastern Newfoundland. *Mar. Biol.* 124 : 417-424.
- Batt J. 1998. Winter flounder culture. *Bull. Aquacult. Ass. Canada* 98-1 : 11-13.
- Bayne B. L., R.F. Addison, J.M. Capuzzo, K.R. Clarke, J.S. Gray, M.N. Moore et R.M. Warwick. 1988. An overview of the GEEP workshop. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 46: 235-243.
- Ben Khemis I., J. de la Noue et C. Audet. 2000. Feeding larvae of winter flounder *Pseudopleuronectes americanus* (Walbaum) with live prey of microencapsulated diet : linear growth and protein, RNA and DNA content. *Aquaculture Research*, 31 : 377-386.
- Ben Khemis I., C. Audet, R. Fournier et J. de la Noue. 2002. Early weaning of winter flounder (*Pseudopleuronectes americanus*, Walbaum) larvae on a commercial microencapsulated diet. *Aquaculture Research*.
- Bergeron P. 1989a. Évaluation temporelle du recrutement de *Mytilus edulis* à Carleton et effet de la prolifération du naissain sur le rendement commercial des boudins. *Cahier d'information No.127. MAPAQ*, 53p.
- Bergeron P. 1989b. Évaluation du succès de captage de moules bleues sur deux types de collecteurs à Carleton (Baie des Chaleurs). *Cahier d'information No.128. MAPAQ*, 28p.
- Bergeron P. 1989c. Évaluation des conditions de croissance et de la durée du cycle de production de la moule bleue sur filières flottantes dans la baie de Tracadigache (Baie des Chaleurs). *Cahier d'information No.129. MAPAQ*, 71p.
- Bergeron N., R. Tremblay, S. Dupuis et S. Belvin. 2002. Développement des colonies de bryzoaire sur les structures mytilicoles du Havre des Belles-Amours : Impacts et pistes de solution. *DIT-Doc. trav. Ad* 2002.

- Bérubé G. et A. Strachan. 1984. Étude sur la possibilité d'exploitation des gonades d'oursins. Ministère des Pêches et Océans. Division du développement technologique, industriel et des infrastructures. Rapport 11, 63 p.
- Blake S.G. et J.E. Grave. 1995. Mitochondrial DNA variation in the bay scallop, *Argopecten irradians* (Lamarck, 1819), and the Atlantic calico scallop, *Argopecten gibbus* (Linnaeus, 1758). J. Shellfish Res. 14 : 79-85.
- Blier P.U. et H. Lemieux. 2001. The impact of the thermal sensitivity of cytochrome c oxidase on the respiration rate of Arctic charr red muscle mitochondria. J. Comp. Physiol B 171 : 247-253.
- Bonardelli J. et S. Morissette. 2001. Offshore mariculture: Logistical considerations for socking mussels and operating submerged longline structures. Bull. Aquacul. Assoc. Canada. 101-2 4-10.
- Booth D.A. Flushing of lagune de la Grande-Entrée. 1991. Atelier de travail sur la mortalité estivale des moules des Îles-de-la-Madeleine. Conseil de l'aquaculture et des pêches du Québec. MAPAQ. p. 29-36
- Boula D., V. Castric, L. Bernatchez et C. Audet. 2002. Physiological, endocrine, and genetic bases of anadromy in the brook charr, *Salvelinus fontinalis*, of the Laval River (Québec, Canada). Env. Biol. Fishes. 64 : 229-242.
- Boula D., R. Fournier, S. Motnikar, M. Roussy et J.-C. Brêthes. 2002. Développement d'un nouveau système de stabulation/conditionnement pour l'oursin vert, (*Strongylocentrotus droebachiensis*): comparaison de populations d'origines géographiques différentes. MAPAQ, DIT, Cahier d'information No 142, 37 p.
- Bourget E. et M. Harvey. 1998. Spatial analysis of recruitment of marine invertebrates on arborescent substrata. Biofouling 12 (1-3) : 45-55.
- Bourne N., C.A. Hodgson et J.N.C. Whyte. 1989. A manual for scallop culture in British Columbia. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. No. 1694.
- Bourque F., B. Myrand, L. Chevarie et R. Tremblay. 2000. The Transfer of Juveniles : a Promising Avenue for the Clam Culture (*Mya arenaria*) in Îles-de-la-Madeleine (Quebec). MAPAQ-Pêcheries. DIT – Doc. Rech. 2001/03.
- Bourque F. et B. Myrand. 2001. Le traitement à la saumure des collecteurs de moules (*Mytilus edulis*) : une solution incontournable pour réduire l'impact de la prédation des étoiles de mer? Activité 2001-2001. Direction de l'innovation et des technologies. MAPAQ. p. 33.
- Bourque, D., G. Miron, T. Landry et N.G. MacNair. 1999. Endobenthic predation by the nemertean *Cerebratulus lacteus* in soft-shell clam (*Mya arenaria*) populations in Prince Edward Island. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. No. 2288: 19 p
- Boyer J., N. Coulombe, J. Blais, D. Ouellet et A. Gendron. 1995. Evaluation sensorielle de gonades d'oursins (*Strongylocentrotus droebachiensis*) par un groupe de consommatrices et consommateurs japonais. MAPAQ, DRST, Rap. D'anal. 95/13, 9p.
- Bricelj, V. M., J. Epp et R.E. Malouf. 1987. Comparative physiology of young and old cohorts of bay scallop *Argopecten irradians irradians* (Lamarck): mortality, growth, and oxygen consumption. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 112: 73-91.
- Brown, C., C. Couturier, T. Zockvic et J. Parsons. 1999. Towards best practices : A practical guideline for mussel aquaculture in Newfoundland. Bull. Aquacul. Assoc. Canada 99-3.
- Cerebral Marine Research. 1990. A guide to the design, construction & operation of a bivalve shellfish depuration facility for British Columbia, Ministry of Agriculture and Fisheries, Aquaculture and Commercial Fisheries Branch, Province of British Columbia, Canada
- Chauvaud L., G. Thouzeau, et Y.-M. Paulet. 1988. Effects of environmental factors on the daily growth rate of *Pecten maximus* juveniles in the Bay of Brest (France). J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 227 : 83-111.
- Claereboudt M.R., D. Bureau, J. Côté et J. Himmelman. 1994a. Fouling development and its effect on the growth of juvenile giant scallops (*Placopecten magellanicus*) in suspended culture. Aquaculture 121 : 327-342.
- Claereboudt M.R., J. Himmelman et J. Côté. 1994b. Field evaluation of the effect of current velocity and direction on the growth of the giant scallops, *Placopecten magellanicus*, in

- suspended culture. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 183: 27-39.
- Claireaux, G. et C. Audet. 2000. Seasonal changes in the hypo-osmoregulatory ability of brook charr : the role of environmental factors. J. Fis Biol. 56 : 347-373
- Cliche G. et C. Cyr. 2001. Pr elevage de pétoncles géants, *Placopecten magellanicus*, en mer aux îles-de-la-Madeleine : les pertes de pétoncles juvéniles sont importantes. Activité 2001-2001. Direction de l'innovation et des technologies. MAPAQ. p. 38.
- Cliche G. et M. Giguère. 1994. Fixation du pétoncle géant, *Placopecten magellanicus*, aux îles-de-la-Madeleine. Document de recherche DIT-MAPAQ R94/09, 19p
- Cliche G. , M. Giguère et S. Vigneau. 1994. Dispersal and mortality of sea scallop (*Placopecten magellanicus*, Gmelin) juveniles seeded on the sea bottom off the îles-de-la-Madeleine. Document de recherche DIT-MAPAQ R94/11, 15p.
- Cliche G. et M. Giguère. 1995. Captage du naissain de pétoncle géant, *Placopecten magellanicus*, selon différents types de substrat. Document de recherche DIT-MAPAQ R95/07, 7p.
- Cliche G. et M. Giguère. 1998. Bilan du programme de recherche sur le pétoncle à des fins d'élevage et de repeuplement (REPERE) de 1990 à 1997. Rapport canadien à l'industrie sur les sciences halieuthiques et aquatiques 247 : 74 p.
- Cliche G., M. Giguère, P.-A. Joncas, B. Thomas et S. Vigneau. 1999. Programme de recherche sur le pétoncle à des fins d'élevage et de repeuplement - Phase II. Compte rendu, Direction de l'innovation et des technologies, MAPAQ: 17p.
- Cliche G. et M. Nadeau. 2000.  valuation de la survie de pétoncle géant juvénile lors d'ensemencements expérimentaux réalisés au printemps et à l'automne 1996 au large des îles-de-la-Madeleine. Document de recherche DIT-MAPAQ 2000-02, 29p.
- Cliche G., N. Presse; C. Cyr et D. Hébert. 2001. Résultat des essais de pr elevage et d'élevage en suspension de pétoncles géants (*Placopecten magellanicus*) aux îles-de-la-Madeleine. 2  réunion annuelle de transfert de technologie. REPERE II. 2001. Direction de l'innovation et des technologies. MAPAQ. p. 33-38.
- Cochard J.C. et N. Devauchelle. 1993. Spawning, fecundity and larval survival and growth in relation to controlled conditioning in native and transplanted populations of *Pecten maximus* (L.) : evidence for the existence of separate stocks. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 169 : 41-56.
- Comasena, A. S., J. E. Toro, D.J. Innes et R.J. Thompson. 1999. A molecular approach to the ecology of a mussel (*Mytilus edulis*-*M. trossulus*) hybrid zone on the east coast of Newfoundland, Canada. Mar. Biol. 133, 213-221.
- Côté J. 1996. La culture du pétoncle sur la Basse-Côte-Nord. Dans: 5  annuelle de transfert de technologie. Programme REPERE –  les-de-la-Madeleine. Direction de l'innovation et des technologies. MAPAQ.
- Coulombe F., P. Bryl J. Blais, N. Coulombe,  . Côté et N. Filion. 2001. Durée de conservation du pétoncle vivant d'élevage. 2  réunion annuelle de transfert de technologie. REPERE II. 2001. Direction de l'innovation et des technologies. MAPAQ. p. 79-84.
- Coutteau R. et P. Sorgeloos. 1992. The use of algal substitutes and the requirement for live algae in the hatchery and nursery rearing of bivalve molluscs: an international survey. J. Shellfish Res. 11: 467-476
- Couture P., Dutil, J.-D. et H. Guderley, 1998. Biochemical correlates of growth and condition in juvenile Atlantic cod (*Gadus morhua*) from Newfoundland. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 55: 1591-1598.
- Couturier C., P. Dabinett et M. Lanteigne. 1995. Scallop culture in Atlantic Canada. Dans: Cold-Water aquaculture in Atlantic Canada ( diteur: A.D. Boghen). Institut canadien de la recherche sur le développement régional.
- Darnell P. 2000. Transfer of New Zealand mussel farming technology to Nova Scotia, Bull. Aquacul. Assoc. Canada. 100-2.
- Delaunay, F., Y. Marty, J. Moal et J.-F Samain. 1993. The effect of monospecific algal diets on growth and fatty acid composition of *Pecten maximus* (L.) larvae. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 173, 163-179.

- Demers S. et R. Fournier. 2000. Détermination des conditions optimales pour le maintien de l'oursin vert (*Strongylocentrotus droebachiensi*) en vivier : stabilisation et conditionnement sexuels. MAPAQ, CORPAQ, Rapport de recherche, projet # 4455.
- Desbiens M., G. Imbeault et S. Thibault. 2000. Relevés de population microbiologique dans la baie de Gaspé 1998-1999. MAPAQ, DIT - Doc. rech. 2000/01: 1-19.
- Dickie L. M., P.R. Boudreau et K.R. Freeman. 1984. Influences of stock and site on growth and mortality in the blue mussel (*Mytilus edulis*). Can. J. Fish. Aquat. Sci. 41: 134-140.
- Dumas S., C. Audet, J.M. Blanc et J. de la Noüe. 1995. Seawater acclimation of diploid and triploid brook charr (*Salvelinus fontinalis*), diploid Arctic charr (*Salvelinus alpinus*), and their diploid and triploid hybrids. J. fish Biol. 46 : 302-316.
- Dumas S., J.M. Blanc, F. Vallée, C. Audet et J. dela Noüe. 1996. Survival, growth, sexual maturation and reproduction of brook charr *Salvelinus fontinalis* (Mitchill), Arctic charr *Salvelinus alpinus* (L.), and their hybrids. Aquaculture Res. 27 : 245-253.
- Dumas S., J.M. Blanc, C. Audet et J. dela Noüe. 1995. Variation in yolk absorption and early growth of brook charr *Salvelinus fontinalis* (Mitchill), Arctic charr *Salvelinus alpinus* (L.), and their hybrids. Aquaculture Inter. 26 : 759-764.
- Dutil J.-D., J. Munro, C. Audet et M. Besner, 1992. Seasonal variation in the physiological response of Atlantic cod (*Gadus morhua*) to low salinity. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 49: 1149-1156.
- Eggleston D.B., R.N. Lipcius et A.H. Hines. 1992. Density-dependent predation by blue crabs upon infaunal species with contrasting distribution and abundance patterns. Mar. Ecol. Prog. Ser. 85 : 55-68
- Espelid S. 2002. Susceptibility of spotted wolffish to infectious diseases and use of immunoprophylaxis. Bull. Aquacul. Assoc. Canada 102-2.
- Evans D.L., C. C. Lautenbacher et W, T. Hogarth. 2002. Molluscan research and management. Charting a course for the future. Proceeding from the workshop at Charleston, South Carolina, January 2000. Produit par la National Oceanic and Atmospheric Administration. 156 p.
- Falk-Petersen I.B. 2002. Factors affecting survival and growth during early stages of spotted wolffish (*Anarhichas minor* Olafsen). Bull. Aquacul. Assoc. Canada 102-2.
- Falk-Petersen I.B., T.K. Hansen, R. Fieler et L.M. Sunde. 1999. Cultivation of the spotted wolffish *Anarhichas minor* (Olafsen) – a new candidate for cold-water fish farming. Aquacult. Res. 30 : 1-8.
- Fletcher G.L. 1977. Circannual cycles of blood plasma freezing point and Na<sup>+</sup> and Cl<sup>-</sup> concentrations in Newfoundland winter flounder (*Pseudopleuronectes americanus*) : Correlation with water temperature and photoperiod. Can. J. Zool. 55 : 789-795.
- Fleury P.G., C. Mingant et A. Castillo. 1996. A preliminary study of the behaviour and vitality of reseeded juvenile Great Scallops, of three sizes in three seasons. Aquacult. Int. 4 : 325-337.
- Fordham S.E. et E.A. Trippel. 1999. Feeding behaviour of cod (*Gadus morhua*) in relation to spawning. J. Appl. Ichtyol. 15 : 1-9.
- Foss A., T.H. Evensen, A.K. Imsland et V. Oiestad. 2001. Effects of reduced salinities on growth, food conversion efficiency and osmoregulatory status in spotted wolffish, *Anarhichas minor* (Olafsen). J. Fish Biol. 59 : 416-426.
- Fournier R. et P. Marsot. 2000. Valorisation de la gonade de l'oursin vert pour la mise en marché en période d'inaccessibilité de la ressource. INRS-océanologie, Rapport de projet, 78 p.
- Fréchette M., P. Bergeron et P. Gagnon. 1996. On the use of self-thinning relationships in stocking experiments. Aquaculture. W. R.P. 145: 91-112.
- Fréchette M., M. Gaudet et S. Vigneau. 1999. Estimating optimal population density for intermediate culture of scallops in spat collector bags. Aquaculture. 183: 105-124.
- Fréchette, M., M. Giguère et G. Daigle. 2000. Étude de l'effet du site d'élevage et de la provenance des spécimens sur le potentiel aquicole du pétoncle d'Islande *Chlamys islandica* (O.F. Müller) en Côte-Nord. Rapport canadien à l'industrie sur les sciences halieutiques et aquatiques 258: 1-25.

- Fredette M., J. Batt et J.D. Castell. 2000. Feeding stimulants for juvenile winter flounder. N. Amer. J. Aquacult. 62 : 157-160.
- Freeman K. R., C.E.A. Carver, S.D. Hancock, A.L. Mallet et D.J. Scarratt. 1991. Mussel speciation in eastern Canada and the implications for commercial culture. EAS Special Publication 14: 109-110.
- Gartner-Kepkay, K. E. et E. Zouros. 1983. Genetic differentiation in the face of gene flow: A study of mussel populations from a single Nova Scotian embayment. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 40: 443-451.
- Gaudet M. 1993. Bilan des essais de prélevage du pétoncle géant (*Placopecten magellanicus*), réalisés en 1987 et 1992 dans la lagune de Havre-aux-Maisons aux Îles-de-la-Madeleine. Document de recherche DIT-MAPAQ 93/05, 32p.
- Gaudet M. et J. Côté. 1995. Bilan des activités aquicole du pétoncle géant en 1994, dans la Baie Jacques Cartier sur la Basse Côte-Nord et proposition de scénario d'élevage par ensemencement. Document de recherche DIT-MAPAQ R95/09, 72p.
- Gaudet M. et F. Gallien. 1995. Essais de grossissement de post-larves de pétoncle géant (*Placopecten magellanicus*) dans une nurserie temporaire située à l'Étang-du-Nord aux Îles-de-la-Madeleine. Document de recherche DIT-MAPAQ R95/11, 26p.
- Gendron L. 1984. État des connaissances sur les populations d'oursins verts des côtes québécoises et analyse du potentiel d'exploitation. MAPAQ, DRST, Doc. Trav. 84/04.
- Gendron A., J. Boyer, S. Motnikar et D. Ouellet. 1995. Indice gonadosomatique et composition de l'oursin vert (*Strongylocentrotus droebachiensis*) de la Gaspésie. MAPAQ, DRST, Doc. Rech. 94/16, 22p.
- Gerritsen J., A.F. Holland et D.E. Irvine. 1994. Suspension-feeding bivalves and the fate of primary production: An estuarine model applied to Chesapeake Bay. Estuaries 17 : 403-416.
- Giguère M., S. Brulotte et S. Miller. 1995. Distribution, croissance et mortalité du pétoncle d'Islande et du pétoncle géant entre Kégaska et Vieux-Fort sur la BCN en 1993. Rap. Tech. Can. Sci. Hal. Aquat. 2033
- Giguère M. et L. Poirier. 1980. Essais d'élevage de l'huître américaine *Crassostera virginica* (Gemelin) dans les lagunes des Îles-de-la-Madeleine, Golfe Saint-Laurent, Travaux sur les pêcheries No 47, 59 p.
- Goldberg R., J. Pereira et P. Clark (2000). Strategies for enhancement of natural bay scallop, *Argopecten irradians irradians*, populations; A case study in the Niantic River estuary, Connecticut, USA. Aquaculture Inter. 8: 139-158.
- Guderley H., M. Lafrance et G. Cliche. 2001. Thermal stress slows the recuperation of juvenile scallops, *Placopecten magellanicus*, after exhausting escape response. 13<sup>th</sup> International Pectinid Workshop, Coquimbo, Chile, april 18-24<sup>th</sup>. p. 40.
- Halfyard L.C., D. Drover, C.C. Parrish, et K. Jauncey. 1998. Growth, survival, lipid and amino acid composition in striped wolffish, *Anarhicas lupus*, fed commercial marine strater diets. Bull. Aquacul. Assoc. Canada 98-2 : 41-43.
- Halfyard L.C., C.C. Parrish, J. Watkins et K. Jauncey. 2002. Fatty acid and amino acid profiles of eggs from the common wolffish, *Anarhicas lupus*. Bull. Aquacul. Assoc. Canada Spec. Publ. No. 4 : 60-63
- Halfyard L.C. et C.C. Parrish. 2002. Biochemical analysis of egg quality and first-feeding condition of the common wolffish, *Anarhicas lupus*. Bull. Aquacul. Assoc. Canada 102-2
- Hansen T.K. et I.B. Falk-Petersen. 2001. The influence of rearing temperature on early development and growth of spotted wolffish *Anarhicas minor* (Olafsen). Aqua. Res. 32 : 369-378.
- Harvey, M., G. Miron et E. Bourget. 1995a. Resettlement of Iceland scallop (*Chlamys islandica*) spat on dead hydrids: response to chemical cues from the protein-chitinous perisarc and associated microbial film. J. Shellfish Res. 14: 383-388.
- Harvey, M. E. Bourget., C. Legault et R. G. Ingram. 1995b. Short-term variations in settlement and early spat mortality of Iceland scallop, *Chlamys islandica* (O.F. Müller). J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 194: 167-187.

- Harvey M., E. Bourget et R.G. Ingram 1995c. The influence of substratum heterogeneity on the settlement of marine bivalve larvae on filamentous epibenthic structures: experimental evidence of passive microhabitat selection processes. *Limnol. Oceanogr.* 40: 94-104.
- Harvey, M., E. Bourget et N. Gagné. 1997. Spat settlement of the giant scallop, *Placopecten magellanicus* (Gmelin, 1791), and other bivalve species on artificial filamentous collectors coated with chitinous material. *Aquaculture* 148: 277-298.
- Hebb C.D., J.D. Castell, D.M. Anderson et J. Batt. 1997. Nutritional studies on growth and protein utilization during the juvenile stage of winter flounder (*Pleuronectes americanus*). *Bull. Aquacult. Assoc. Canada* 97 : 45-47.
- Helm M.M. 1990. Hatchery design and general principles of operation and management and new development. Dans: *Tapes philippinarum*. *Biologia e sperimentazione*, Ente Sviluppo Agricolo Veneto. 63-69.
- Hendry C.I., D.J. Martin-Robichaud et T.J. Benfey. 2001. Hormonal sex reversal of Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.). *Bull. Aquacult. Assoc. Canada Spec. Publi. No.* 4 : 41-44.
- Himmelman J.H., Y. Lavergne, F. Axelsen, A. Cardinal et E. Bourget. 1983. Sea urchins in the Saint Lawrence Estuary : their abundance, size-structure, and suitability for commercial exploitation. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 40 : 474-486.
- Himmelman J.H., Y. Lavergne et F. Axelsen. 1997. Variations saisonnières de la taille et de la composition chimique des gonades chez l'oursin vert (*Strongylocentrotus droebachiensis*) de l'estuaire et du golfe Saint-Laurent. MAPAQ, DIT, Cahier d'information 131, 34 p.
- Hodgson C.A. et N. Bourne. 1988. Effect of temperature on larval development of the spiny scallop, *Chlamys hastata* (Sowerby), with a note on metamorphosis. *J. Shellfish Res.* 7: 349-357.
- Hynes J. 1997. Rainbow trout production in Canada. *Bull. Aquacul. Assoc. Canada.* 97-4 : 10-14.
- Incze L.S., R.A. Lutz et E. True. 1981. Modeling carrying capacities for bivalve molluscs in open, suspended-culture system. *J. World Maricul. Soc.* 12 : 143-155.
- Innes, D. J. et Bates, J. A. 1999. Morphological variation of *Mytilus edulis* and *Mytilus trossulus* in eastern Newfoundland. *Mar. Biol.* 133(4): 691-699.
- Johnson H. et L. Halfyard. 2002. Marketing issues and opportunities for farmed wolffish in the United States and Europe. *Bull Aquacul. Ass. Canada* 102-2.
- Klein-MacPhee G. 1978. Synopsis of biological data for the winter flounder, *Pseudopleuronectes americanus* (Walbaum). NOAA Technical Report NMFS Circular 414, FAO Fisheries Synopsis no 117, 43 p.
- Koutitonsky V. 2001. Sélection d'un site pour la mariculture d'omble de fontaine dans la baie de Gaspé. Réfraction et vitesse orbitales des houles. Rapport de recherche LHE-01-2. Laboratoire d'hydraulique environnementale, ISMER, 84p
- Koutitonsky V, G. Desrosiers, E. Pelletier, B. Zakardjan, D. Ouellette, L.de Montety, S. Leblanc, G. Desmeules et T. Guyondet. 2001. Choix d'un site pour la mariculture d'omble de fontaine dans la baie de Gaspé. Hydrodynamique, sédimentologie et faune benthique. Rapport de recherche No 01-2001. Laboratoire d'hydraulique environnementale, ISMER, 161 p.
- Koutitonsky V. 2002. Simulation des vitesses orbitales des houles en face de l'Anse-à-Brillant, baie de Gaspé. Rapport de recherche LHE-02-1. Laboratoire d'hydraulique environnementale, ISMER, 29 p.
- Kramer D.E. 1980. Perspective d'établissement de la pêche de l'oursin commun (*Strongylocentrotus droebachiensis*) dans le fleuve Saint-Laurent. Ministère des Pêches et Océans. *Rapp. Ind. Can. Sci. Halieut. Aquat.* 114, 16 p.
- Kramer D.E et D.M.A. Nordin. 1978. Physical data from study of size, weight and gonad quality for the green sea urchin (*Strongylocentrotus droebachiensis*) over a one-year period. Ministère des Pêches et Océans. Fisheries and Marine Service, Manuscript Report No 1476, 68 p.
- Kramer D.E et D.M.A. Nordin. 1979. Studies on the handling and processing of sea urchin roe. I.

- Fresh product. Ministère des Pêches et Océans. Fisheries and Marine Service, Technical Report No 870, 47 p.
- Laflleur P.-E. 1985. Élevage expérimental du saumon atlantique et de l'omble de fontaine en cages flottantes dans la baie de Gaspé. MAPAQ-Pêcheries, D.R.S.T. Document de recherche 85/18, 69p.
- Lafrance M., G. Cliche et H. Guderley. 2001. Comparison of cultured and wild giant scallops, *Placopecten magellanicus* (Gmelin, 1791), using escape responses and other metabolic indexes. 13<sup>th</sup> International Pectinid Workshop, Coquimbo, Chile, april 18-24<sup>th</sup>. p. 46-47.
- Laing I., 2000. Effects of temperature and ration on growth and condition of king scallop (*Pecten maximus*). Aquaculture 183 : 325-334.
- Lambert Y. et J.D. Dutil, 2001. Food intake and growth of adult Atlantic cod (*Gadus morhua* L.) reared under different conditions of stocking density, feeding frequency and size-grading. Aquaculture, 192: 233-247.
- Larrivée M., F. Tétreault et S. Motnikar. 1998. Effet de la photopériode sur la qualité des gonades de l'oursin vert, *Strongylocentrotus droebachiensis*, lors de la stabulation en bassin. MAPAQ, DIT-Doc. Rech. 98/10, 24 p.
- Lavergne Y. et J.H. Himmelman. 1984. Localisation des stocks d'oursins dans l'estuaire du Saint-Laurent et leur situation dans la communauté benthique. MAPAQ, DRST, Cahier d'information No 108, 39 p.
- Lee G.W.Y. et M.K. Litvak 1996a. Weaning of metamorphosed winter flounder (*Pseudopleuronectes americanus*) reared in the laboratory : comparison of two commercial artificial diets on growth, survival and conversion efficiency. Aquaculture 144: 251-263.
- Lee G.W.Y. et M.K. Litvak 1996b. Weaning of wild young-of-the-year winter flounder *Pseudopleuronectes americanus* (Walbaum) on a dry diet : effects on growth, survival and feed efficiency ratios. J. World Aquacult. Society 27 : 30-38.
- Le François N. 1997. Alteration of gonadal development of brook charr (*Salvelinus fontinalis*) : impact on salinity tolerance following transfer in esuarine conditions. J. Exp. Zool. 279 : 273-283.
- Le François N. et P. Blier. 2000. Branchial Na<sup>+</sup>K<sup>+</sup>ATPase activity in brook charr (*Salvelinus fontinalis*) : effect of gonadal developement in hypo- and hyperosmotic environements. J. Exp. Zool. 286 : 647-655.
- Le François N. et B. Auclair. 2001.. Adaptabilité aux conditions estuariennes de l'omble de fontaine diploïde de petite taille (50, 75, 100 g) et triploïde de grande taille (400 g), après un conditionnement à une alimentation salée (projet ECO, 1<sup>ère</sup> année). Activité 2001-2001. Direction de l'innovation et des technologies. MAPAQ. p. 49.
- Le François N., H. Lemieux et P. Blier. 2001a. Biological and technical evaluation of the potential of marine and anadromous fish species for cold - water mariculture. Aquaculture Research 33 :95-108.
- Le François N., H. Lemieux, P. Blier et I.B. Falk-Petersen. 2001b. Effect of three different feeding regimes on growth, metabolis and digestive enzyme activities, in the early life of atlantic wolffish (*Anarhichas lupus*). Bull. Aquacul. Assoc. Canada Spec. Publ. No. 4 : 53-56.
- Le François N., J.-D. Dutil, P. Blier, K. Lord et D. Chabot. 2001c. Tolerance and growth of juvenile common wolffish (*Anarhichas lupus*) under low salinity and hypoxic conditions : preliminary results. Bull. Aquacul. Assoc. Canada Spec. Publ. No. 4 : 57-59.
- Le François, N et J.-D. Dutil. 2002. Status of wolffish broodstock studies in Quebec. Bull. Aquacul. Assoc. Canada 102-2.
- Le François N., S. Lamarre et P. Blier, K.. 2002. Tolerance, growth and haloplasticity of Atlantic wolffish (*Anarhichas lupus*) exposed to low and intermediate salinities. Bull. Aquacul. Assoc. Canada 102-2.
- Lemieux H., P. Blier et J.-D. Dutil, 1999. Do digestive enzymes set a physiological limit on growth rate and food conversion efficiency in the Atlantic cod (*Gadus morhua*)? Fish. Physiol. Biochem., 20 : 293-303.

- Lesser MP, Shumway SE, Cucci T, Smith J. 1992. Impact of fouling organisms on mussels rope culture : interspecific competition for food among suspension-feeding invertebrate. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 165 : 91-102
- Lewis, R.I. et J.P. Thorpe, 1994. Temporal stability of gene frequencies within genetically heterogeneous populations of the queen scallop (*Aequipecten (Chlamys) opercularis*), Mar. Biol. 121 : 117-126.
- Litvak M. 1996. Development of winter flounder (*Pleuronectes americanus*) for aquaculture : state of the art. Bull. Aquacult. Ass. Canada. 96-3 : 24-26.
- Litvak M. 1999. The development of winter flounder (*Pleuronectes americanus*) for aquaculture in Atlantic Canada : current status and future prospects. Aquaculture 176 : 55-64.
- Litvak M.K. et E.A. Trippel. 1999. Sperm motility patterns of Atlantic cod (*Gadus morhua*) in relation to salinity : effects of ovarian fluid and egg presence. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 55 : 1871-1877.
- Lodeiron C.J.M. et J.H. Himmelman. 1996. Influence of fouling on the growth and survival of the tropical scallop *Euvola ziczac* (L. 1758) in suspended culture. Aquacult. Res. 27 : 749-756.
- Lopez DA, Riquelme VA, Gonzalez ML. 2000. The effects of epibionts and predators on the growth and mortality rates of *Argopecten purpuratus* cultures in southern Chile. Aquaculture Inter. 8: 431-442
- Lorrain A., Y.-M. Paulet, L. Chauvaud, N. Savoye, E. Nézan et L. Guérin. 2000. Growth anomalies in *Pecten maximus* from coastal waters (Bay of Brest, France) : relationship with diatom blooms. J. Mar. Biol. Ass. UK 80 : 667-673.
- MacFarlane, S.L. 1998. The evolution of a municipal quahog (hardclam) *Mercenaria mercenaria* management program, a 20-year history : 1975-1995. J. Shellfish Res. 14 : 1015-1036.
- MacKenzie Jr, C.L. et S.M. McLaughlin. 2000. Life history and habitat observations of softshell clams *Mya arenaria* in northeastern New Jersey. J. Shellfish Res. 19 (1) : 35-41.
- MacKenzie Jr, C.L. et L.L. Stejlik. 1988. Past and present distributions of softshell clams and eelgrass in Raritan Bay. Bull. N.J. Acad. Sci. 33 : 61-62.
- MacKinnon, C. M., R. Gallant et B. Gillis. 1993. Some observations on starfish predation on mussel spat collectors. Charlottetown, Department of Agriculture Fisheries and forestry.
- Maheu J., S. Lareau. 1997. L'élevage en cages de la truite au Québec. SORDAC, Document de transfert de technologie no 97.1, 35 p.
- Mallet A. L., K.R. Freeman et L.M. Dickie, 1986. The genetics of production characters in the Blue mussel *Mytilus edulis*. I. A preliminary analysis. Aquaculture 57 : 133-140.
- Mallet, A. L., C.E.A. Carver, S.S. Coffen et K.R. Freeman. 1987. Mortality variations in natural populations of the Blue Mussel, *Mytilus edulis*. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 44: 1589-1594.
- Mallet, A. L. et C. E. A. Carver. 1989. Growth, mortality, and secondary production in natural populations of the blue mussel, *Mytilus edulis*. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 46: 1154-1159.
- Mallet A. L., C.E.A. Carver et K.R. Freeman. 1990. Summer mortality of the blue mussel in eastern Canada : spatial, temporal, stock and age variation. Mar. Ecol. Prog. Ser.67: 35-41.
- Mallet A. L. et C. E. Carver. 1995. Comparative growth and survival patterns of *Mytilus trossulus* and *Mytilus edulis* in Atlantic Canada. Can. J. Aquat. Sci. 52: 1873-1880.
- Mallet A. et B. Myrand. 1995. The culture of the Blue Mussel in Atlantic Canada. pp 257-296, In: A.D. Boghen (ed), Cold-Water aquaculture in Atlantic Canada, 2nd ed. CIRRD, Moncton, N.B.
- MAPAQ. 2002. L'aquaculture, un courant fort prometteur. Coordination ministérielle en aquaculture. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec. 4 p. [http://www.agr.gouv.qc.ca/pac/publications/index\\_aquaculture.html](http://www.agr.gouv.qc.ca/pac/publications/index_aquaculture.html)
- Marsan R. F. Tétreault, S. Motnikar et B. Thomas. 1999. Etude de la tolérance de l'oursin vert, *Strongylocentrotus droebachiensi*, lors de la stabulation en bassin. MAPAQ, DIT, Cahier d'information 134, 27 p.

- Martin S., J.-Y. Savaria, C. Audet et L. Bernatchez. 1997. Microsatellites reveal no evidence for inbreeding effects but low inter-stock genetic diversity among brook charr stocks used for production in Québec. *Bull. Aquacul. Assoc. Canada* 97-2 : 21-23.
- Martin-Robichaud D.J. J. Powell et J. Wade. 2001. Gonadotropin-releasing hormone affects sperm production of Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*). *Bull. Aquacult. Assoc. Canada Spec. Publi. No. 4* : 45-48.
- McGladdery S.E., C.L. Reinisch, G.S. MacCallum, R. Stephens, C. L. Walker et J.T. Davidson. 2001. Haemic neoplasia in soft-shell clams (*Mya arenaria*): Recent outbreaks in Atlantic Canada and discovery of a p53 gene homologue associated with the condition. *Bull. Aquacul. Assoc. Canada* 101-3.
- McDonald J.H., R. Seed et R.K. Koehn. 1991. Allozymes and morphometric characters of three species of *Mytilus* in the northern and southern hemispheres. *Mar. Biol.* 111, 323-333.
- Methven D.A., L.W. Crim, B. Norberg, J.A. Brown, G.P. Goff et I. Huse. 1992. Seasonal reproduction and plasma levels of sex steroids and vitellogenin in atlantic halibut (*Hippoglossus hipoglossus*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 49-4 : 754-759.
- Millot L. et M. Larrivée. 1998. Projet d'engraisement de morue à Vieux-Fort (Basse-Côte-Nord) 1990-1991-1992. Compte rendu # 7. Atelier sur le développement de l'élevage des poissons marins au Québec. Grande-Rivière. MAPAQ.
- Minchin, D., G. Haugum, H. Skjaeggstad et O Strand. 2000. Effect of air exposure on scallop behaviour, and the implications for subsequent survival in culture. *Aquaculture Inter.* 8(2-3): 169 - 182.
- Miron, G., B. Boudreau et E. Bourget. 1995. Use of larval supply in benthic ecology: testing correlations between larval supply and larval settlement. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 124: 301-305.
- Miron, G., J.E. Ward, B.A. MacDonald et E. Bourget. 1996. Direct observations of particle kinematics within a scallop (*Placopecten magellanicus*) spat collector by means of video endoscopy. *Aquaculture* 147: 71-92.
- Miron G, L.J. Walters, R. Tremblay et E. Bourget. 2000. Physiological condition and larval behavior of barnacles: a preliminary look at the relationship between TAG/DNA ratio and larval substratum exploration in *Balanus amphitrite*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*s 198: 303-310.
- Montety de L., C. Guillaume et G. Desrosiers. 2002. Caractérisation de la communauté benthique aux sites expérimentaux et témoin choisis pour la mariculture de l'omble de fontaine dans la baie de Gaspé. Rapport de l'ISMER remis au programme ECO.
- Morin R. 2001. La production piscicole au Québec. Document d'information. STPED-02-octobre 2001. MAPAQ. 9 p. [http://www.agr.gouv.qc.ca/pac/publications/documents/stped\\_doc\\_info/doc\\_02/index.html](http://www.agr.gouv.qc.ca/pac/publications/documents/stped_doc_info/doc_02/index.html).
- Morrison C.M., D.J. Martell, et C. Leggiadro. 1997. Ciliated epithelium in the developing digestive tract of the larva of the Atlantic halibut, and comparison with that of the cod. *J. Fish. Biol. (London)* 50 : 120-126.
- Motnikar S. 1993. Atelier : l'oursin. Établissement d'une nouvelle industrie d'exportation à Terre-Neuve. MAPAQ, DRST, Doc. Trav. 93/08.
- Motnikar S., J. Boyer, P. Bryl, A. Gendron et D. Ouellet. 1995. Le conditionnement de l'oursin vert (*Strongylocentrotus droebachiensis*) avec des diètes naturelles et semi-humides. MAPAQ, DRST-Doc. Rech. 94/12, 58 p.
- Motnikar S. et F. Tétreault. 1998. Développement d'un système de conditionnement de l'oursin vert, *Strongylocentrotus droebachiensi*, en mode intensif : évaluation de la densité optimale. MAPAQ, DIT-DOC. Rech. 98/09, 20 p.
- Motnikar S. et R. Champagne. 2001. Analyse préliminaire du potentiel aquacole en eau douce et eau marine dans le Bas-Saint-Laurent. MAPAQ-Pêcheries. DIT-Doc. trav. Ad 2001/07. 11 p.
- Motnikar S., M. Patterson, C. Forest, G. Ouellet, N. Le François, M. Larrivée et L. Poirier. 2001. Programme expérimental ECO : Évaluation de la faisabilité environnementale, biologique, technique, sociale et économique d'un élevage en cages flottantes d'omble de fontaine dans la baie de Gaspé. Activité 2001-2001. Direction de l'innovation et des technologies. MAPAQ. p. 51.

- Motnikar S., D. Boula, M. Roussy et R. Fournier. 2001b. Succès de stabulation de l'oursin vert, *Strongylocentrotus droebachiensi*, capturé accidentellement sur deux sites en Gaspésie. MAPAQ, DIT – Doc. Rech. 2001/02, 29 p.
- Muller-Feuga A., R. Le Guédes, A. Hervé et P. Durand. 1998. Comparison of artificial light photobioreactors and other production systems using *Porphyridium cruentum*. J. Appl. Phycology 10: 83-90.
- Myrand B. et J. Gaudreault. 1995. Summer mortality of blue mussels (*Mytilus edulis linneaus*, 1758) in the magdalen islands (southern gulf of the St-Lawrence, Canada). J. Shellfish Res., 14: 395-404.
- Myrand B., R. Tremblay et J-M. Sévigny. 2002. Direct relationship between heterozygosity and survival of blue mussels (*Mytilus edulis* L.) exposed to various stressful conditions. J. Heredity.
- Nadeau M. 2000. Première réunion annuelle de transfert technologique REPERE II. Compte rendu, # 9, Îles-de-la-Madeleine, 25-26 février 2000, 82p.
- Nadeau M. et G. Cliche. 1995a. Évaluation de l'impact de la prédation sur le pétoncle géant, *Placopecten magellanicus*, juvéniles aux Îles-de-la-Madeleine. Document de recherche DIT-MAPAQ R95/03, 47p.
- Nadeau M. et G. Cliche. 1995b. Prédation sur le pétoncle géant, *Placopecten magellanicus*, juvéniles aux Îles-de-la-Madeleine et méthodes de contrôle des prédateurs à court ou long terme. Document de recherche DIT-MAPAQ R95/04, 38p.
- Nadeau M. et G. Cliche. 1998. Evaluation of the recapture rate of seeded scallops (*Placopecten magellanicus*) during commercial fishing activity in Îles-de-la-Madeleine. Bull. Aquacult. Assoc. Canada 98-2 : 79-81.
- Navarro, J., G. Leiva, G. Martinez et C. Aguilera. 2000. Interactive effects of diet and temperature on the scope for growth of the scallop *Argopecten purpuratus* during reproductive conditioning. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 247(1): 67 - 83.
- Neilson J.D., J.F. Kearney, P. Perley et H. Sampson. 1993. Reproductive biology of Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*) in Canadian waters. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 50 : 551-563.
- Nerland A.H., I. Sommerset, S. Husgard et H. Bleie. 2001. Control of nodavirus infection in farmed Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*). European aquaculture society, Special publication No. 30 : 424-433.
- Nicolas J.L., S. Corre, G. Gauthier, R. Robert et D. Ansquer. 1996. Bacterial problems associated with scallop *Pecten maximus* larval culture. Dis. Aquat. Org. 27: 67-76.
- Nicolas L., Robert R. et Chevelot L. 1995. Effect of epinephrine and seawater turbulence on the great scallop metamorphosis. Aquaculture International. 4: 293-297.
- Nicolas L., Robert R. et Chevelot L. 1997. Comparative effects of inducers on metamorphosis of the Japanese oyster *Crassostrea gigas* and the great scallop *Pecten maximus*. Biofouling 12 (1-3): 189-203
- Olav Sparboe, M. 2002a. Current status of wolffish culture. Compte-rendu sur l'atelier sur le loup de mer: un partenariat productif. Tenu à Rimouski, 3-4 juin 2002. UQAR.
- Olav Sparboe, M. 2002b. Current commercial practices: studies of nutrition and culture conditions of growth-out of wolffish: system design (raceway vs tank system, flow trough vs recirculation or reuse technology). Compte-rendu sur l'atelier sur le loup de mer: un partenariat productif. Tenu à Rimouski, 3-4 juin 2002. UQAR.
- Olivier F., R. Tremblay, E. Bourget et D. Rittschof. 2000. Barnacle settlement: field experiments on the influence of larval supply, tidal level, biofilm quality and age of *Balanus amphitrite* (Darwin) cyprids. Mar. Eco. Pro. Ser. 199:185-204.
- Ouellet, P., Y. Lambert et I. Bérubé, 2001. Cod egg characteristics and viability in relation to low temperature and maternal nutritional condition. ICES J. Mar. Sci., 58:672-686.
- Parrish C.C. J.D. Castell, J.A. Brown, L.D. Boston, J.S. Strickland et D.C. Somerton. 1994. Fatty acid composition of Atlantic halibut eggs in relation to fertilization. Bull. Aquacult. Assoc. 94-2 : 1-3.
- Parsons G.J., M.J. Dadswell et J.C. Roff. 1993. Influence of biofilm on settlement of sea scallop,

- Placopecten magellanicus*, (Gmelin, 1791), in Passamaquoddy Bay, New Brunswick, Canada. J. Shellfish Res. 12 : 279-283.
- Pazos A.J., G. Roman, C.P. Acosta, M. Abad et J.L. Sanchez. 1997. Seasonal changes in condition and biochemical composition of the scallop *Pecten maximus* L. from suspended culture in Ria de Arousa (Galicia, N.W. Spain) in relation to environmental conditions. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 211 : 169-193.
- Pechenik , J. A., L.S. Eyster , J.Widdows et B.L. Bayne. 1990. The influence of food concentration and temperature on growth and morphological differentiation of blue mussel *Mytilus edulis* L. larvae. J. Exp. Mar. Biol. Ecol 136: 47-64.
- Pechenik, J. A., D.E. Wendt et J.N. Jarrett. 1998. Metamorphosis is not a new beginning: Larval experience influences juvenile performance. BioScience 48: 901-909.
- Pedersen E.M., H.L. Hunt et R.E. Scheibling. 2000. Temporal genetic heterogeneity within a developing mussel (*Mytilus trossulus* and *M. edulis*) assemblage. J. Mar. Biol. Ass. UK 80 : 843-854.
- Pelletier D., P.U. Blier, J.-D. Dutil et H. Guderley, 1995. How should enzyme activities be used in fish growth studies?. J. Exp. Biol., 198: 1493-1497 .
- Penney R.W. et M. J. Hart. 1999. Distribution, genetic structure, and morphometry of *Mytilus edulis* and *M. trossulus* within a mixed species zone. J. Shellfish Res. 18 :367-374.
- Penney R.W., M.J. Hart et N. Templeman. 2002. Mussel culture in a mixed species (*M. edulis* and *M. trossulus*) zone-some commercial implications. J. Shellfish Res. 21 :324.
- Pernet F., R. Tremblay, E. Bourget, E. Bourget. 2001. Biochemical indicator of quality of scallop larvae *Placopecten magellanicus*. European aquaculture society, Special publication No. 30 : 465-468.
- Petersen. 2002. A perspective on Danish mussel production. Premier Forum International sur les moules. Aquaculture Canada 2002. Association Aquacole du Canada
- Piorreck M., et P. Poh. 1984. Formation of biomass, total protein, chlorophylls, lipids and fatty acids in green and blue-green algae during one growth phase. Phytochem. 23, 217-223
- Plante E, S., D. Chabot et J.-D. Dutil. 1998. Hypoxia tolerance in Atlantic cod. J. Fish Biol., 53: 1342-1356.
- Plante S., C. Audet, Y. Lambert et J. de la Noue. 2002. The effects of two rearing salinities on survival and stress of winter flounder broodstock. J. Aquat. Ani. Health.
- Poirier L. et B. Myrand. 1982. Élevage de la moule bleue, *Mytilus edulis*, dans les lagunes des Îles-de-la-Madeleine (Québec). Trav. Pêcheries Québec 49. 64 p.
- Pontual H., Robert R. et Miner P. 1998. Study of bivalve larval growth using image processing. Aquaculture Eng. 17: 85-94.
- Pouliot F., E. Bourget et M. Fréchette. 1995. Optimizing the design of giant scallop (*Placopecten magellanicus*) spat collector: field experiments. Mar. Biol. 123: 277-284.
- Powell E.N., E.E. Hofmann, J.M. Klinck, E.A. Wilson-Ormond et M.S. Ellis. 1995. Modeling oyster population V. Declining phytoplankton stocks and the population dynamics of American Oyster (*Crassostrea virginica*) populations. Fish. Res. 24 : 199-222.
- Provencher L., P. Bryl, A. Gendron et F. Roy, J. Boyer, 1995. Essais d'alimentation de la morue franche (*Gadus morhua*). Rapp. can. ind. sci. halieut. aquat., 228, 29 p.
- Rakitin A., M.M. Ferguson et E.A. Trippel. 1999. Sperm competition and fertilization success in Atlantic cod (*Gadus mnorhua*) : effects of sire size and condition factor on gamete quality. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 56 : 2315-2323.
- Ramsay J.M., J.D. Castell, D.M. Andwerson et C.D. Hebb. 2000. Effects of fecal collection methods on estimation of digestibility of protein feedstuffs by winter flounder. N. Amer. J. Aquacult. 62 : 168-173.
- Rasmusen E. et R.W. Heard. 1995. Observations on extant populations of the softshell clam, *Mya arenaria* Linne, 1758 (Bivalvia : Myidae), from Georgia (USA) estuarine habitats. Gulf Res Rep. 9 : 85-96.
- Rawson P.D., S. Hayhurst et B. Vanscoyoc. 2001. Species composition of blue mussel populations in the northern Gulf of Maine. J. Shellfish Res. 20 : 31-38.

- Richardson R. et J.J. Johansen. 2002. Cultured wolffish (*Anarhicas mino*) – A potential species for exclusive restaurants?. Bull. Aquacult. Ass. Canada 102-2.
- Robert R., P. Miner et J.L. Nicolas. 1996. Mortality control of scallop larvae in the hatchery. Aquacult. Inter. 4: 305-313.
- Robert R. et P. Trintignac. 1997. Microalgues et nutrition larvaire en éclosion de mollusques. Haliotis 26:1-13.
- Roussy M., G. Cliche et M. Giguère. 1994. Caractérisation et éradication des prédateurs du pétoncle géant (*Placopecten magellanicus*) aux Îles-de-la-Madeleine en 1993. Document de recherche DIT-MAPAQ R94/15, 85p.
- Roussy M., B. Myrand et J. Gaudreault. 1991. Approche suédoise de la mytiliculture appliquée aux Îles-de-la-Madeleine, suivi larvaire et production de moule commerciale sur différents types de colecteurs. Saison 1989. Document de recherche DIT-MAPAQ, R91/05, 67p.
- Scott W.B., et M.G. Scott. 1988. Atlantic fishes of Canada. Can. Bull. Fish. Aquat. Sci. 219, 731 p.
- Sévigny J.-M., C. Audet et N. Le François. 200. État de la situation sur l'élevage de l'omble chevalier (*salvelinus alpinus*) au Québec et identification des besoins en recherche et développement. Rapport déposé à la Technopole maritime, Développement économique Canada.
- Silina, A. V. 1994. Survival of different size-groups of the scallop, *Mizuhopecten yessoensis* (Jay), after transfer from collectors to the bottom. Aquaculture 126: 51-59.
- Sinclair M., R.K. Mohn, G. Robert, et D.L. Roddick, 1985. Consideration for the effective management of Atlantic scallops. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 1382: vii + 113 p.
- Sirois J.-P., R. Champagne, É. Gilbert, R. Morin, R. Ouellet et M. Lévesque. 1998. Standards techniques et économiques des entreprises piscicoles québécoises. MAPAQ, Pêches et aquiculture commerciales, Nicolet, 139 p.
- Souchu P., P. Mayzaud et S. Roy. 1991. Environnement physico-chimique et trophique d'un site mytilicole, Îles-de-la-Madeleine (Québec): I. Évolution estivale des composés de l'azote, du phosphore et du silicium, p. 209-218. Dans J.-C. Theriault (éd.) Le golfe du Saint-Laurent: petit ocean ou grand estuaire? Publ. Spec. Can. Sci. Halieut. Aquat. 113.
- Soudant P., J.R. Le Coz, Y. Marty, J. Moal, R. Robert et J.F. Samain. 1998. Incorporation of microalgae sterols by scallop *Pecten maximus* (L.) larvae. Comp. Biochem. Physiol. 119A: 451-457.
- Sukenik A., R. Wahnou. 1991. Biochemical quality of marine unicellular algae with special emphasis on lipid composition: I. *Isochrysis galbana*. Aquaculture 97, 61-72.
- Taguchi S., J.A. Hirata E.A. Laws. 1987. Silicate deficiency and lipid synthesis of marine diatoms. J. Phycol. 23, 260-267
- Taylor JJ, Southgate PC, Rose RA. 1997. Fouling animals and their effects on the growth of silver-lip pearl oysters, *Pinctada maxima* (Jameson) in suspended culture. Aquaculture. 153: 31-40.
- Therrien L., S. Motnikar, D. Boula, M. Roussy et R. Fournier. 2002. Effets de deux rations alimentaires sur la production de déchets et l'indice gonadique de l'oursin vert (*Strongylocentrotus droebachiensi*). MAPAQ, DIT – Doc. Rech 2002, 25p
- Thomas B. 1998a. Premiers essais de mytiliculture en baie de Gaspé. I. Le captage. Document de recherche DIT-MAPAQ, R98/03.
- Thomas B. 1998b. Premiers essais de mytiliculture en baie de Gaspé. II. Le grossissement en boudins. Document de recherche DIT-MAPAQ, R98/02, 12p.
- Thomas B. 1999. *Mytilus trossulus* et *Mytilus edulis*, connaissance actuelle. Document de recherche 99-03, 36 p.
- Thomas B., M. Giguère et S. Brulotte. 2001. Succès de captage naturel du pétoncles géants (*Placopecten magellanicus*) en Gaspésie : 2<sup>e</sup> réunion annuelle de transfert de technologie. REPERE II. 2001. Direction de l'innovation et des technologies. MAPAQ. p. 11-16.
- Thomas, B. R. Tremblay et M.-P. Turcotte. 2002. Distribution de *Mytilus edulis* et de *M. trossulus* dans les régions maritimes de l'Est du Québec et des Maritimes entre 1996-1998. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation. Direction de l'innovation et

des technologies. Cahier d'information 138: 70.

- Tremblay R., B. Myrand et J.-M. Sévigny, 1998a. Genetic characterisation of wild blue mussels, *Mytilus edulis*, in the Magdalen Islands, southern Gulf of St. Lawrence. J. Shell. Res. 17 : 1191-1202.
- Tremblay R., B. Myrand, J.-M. Sévigny et H. Guderley, 1998b. Bioenergetic and genetic parameters in relation to susceptibility of blue mussels, *Mytilus edulis* (L.) to summer mortality. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 221: 27-58.
- Tremblay R., B. Myrand et H. Guderley, 1998c. Temporal variation of lysosomal capacities in relation to susceptibility of blue mussels, *Mytilus edulis* (L.) to summer mortality. Mar. Biol. 132 : 641-649
- Tremblay R., B. Myrand, et H. Guderley, 1998d. Thermal sensitivity of organismal and mitochondrial  $VO_2$  in relation to susceptibility of blue mussels, *Mytilus edulis* (L.) to summer mortality. J. Shell. Res. 17 : 141-152.
- Tremblay R., B. Myrand et J.-M. Sévigny. 2001. Impacts of aquaculture practices on genetic variability of blue mussels (*Mytilus edulis*). Bull. Aquacul. Assoc. Canada 101-2: 11-14.
- Tevdt H., T.J. Benfey, D.J. Martin-Robichaud et J. Power. 2000. The relationship between sperm density, spermatocrit, sperm motility and fertilization success in Atlantic halibut, *Hippoglossus hippoglossus*. Aquaculture 194 : 191-200.
- Tveiten H. et H.K. Johnsen. 1999. Temperature experienced during vitellogenesis influences ovaria maturation and the timing of final maturation in common wolffish (*Anarhichas lupus* L.). J. Fish Biol. 55 : 809-819.
- Tveiten H. H. Solevag et H.K. Johnsen.. 2001. Holding temperature during the spawning season influences final maturation and egg quality in common wolffish. J. Fish Biol. 58 : 374-385.
- Tveiten H. et H.K. Johnsen. 2001. Thermal influences on temporal changes in plasma testosterone and oestradiol-17B concentrations during gonadal recrudescence in female common wolffish. J. Fish. Biol. 59 : 374-385.
- Tveiten H.. 2002. Management of wolffish broodstock.. Bull. Aquacul. Assoc. Canada 102-2.
- Utting S.D. et P.F. Millican. 1998. The role of diet in hatchery conditioning of *Pecten maximus* L.: a review. Aquaculture 165, 167-178
- Veale L.O., A.S. Hill et A.R. Brand. 2000. An *in situ* study of predator aggregations on scallop (*Pecten maximus* (L.)) dredge discards using static time-lapse camera system. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 255 : 111-129.
- Walton W.C. et W. C. Walton. 2001. Problems, predators, and perception : management of quahog (hardclam), *Mercaenria mercenaria*, stock enhancement programs in southern New England. J. Shellfish. Res. 20 : 127-134.
- Wilson, P., D. Lees et W. Doré. 1992. Artificial dosing of bivalve molluscs with *E. coli* for the testing of purification tanks. Seafish Report 413: 15p.
- Zhu P., C.C. Parrish et J.A. Brown. 2001. Lipid and amino acid metabolism during early development of Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*). European aquaculture society, Special publication No. 30 : 649-652.