

Les
publications
de la Direction de l'innovation
et des technologies

Compte rendu

N° 32

Atelier de travail sur l'élevage de la mye commune

**Institut des sciences de la mer de Rimouski
20 au 22 avril 2005**

Isabel Calderón

**Atelier de travail sur
l'élevage de la
mye commune**

**Institut des sciences de la mer de Rimouski
20 au 22 avril 2005**

Compte rendu n° 32

Isabel Calderón

Édition

Isabel Calderón

Organisation de l'atelier

Bruno Myrand (MAPAQ), Réjean Tremblay (ISMER), Isabel Calderón (SODIM)

Secrétaire d'atelier

Andrée-Anne Lachance (ISMER)

Commanditaires

Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation (MAPAQ)
Société de développement de l'industrie maricole du Québec (SODIM)
Programme coopératif en recherche et développement en aquaculture (PCRDA-MPO)

Réalisation

Marc Veillet, responsable du bureau d'édition
Julie Rousseau, agente de secrétariat du bureau d'édition

Note

Les textes anglais intégrés au présent document n'ont pas fait l'objet d'une révision linguistique.

Important note

The texts written in English in the following document have not been subjected to a linguistic revision. They are, therefore, the sole responsibility of their authors.

Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec
Bureau d'édition - DIT
96, montée de Sandy Beach, bureau 2.05
Gaspé (Québec) G4X 2V6
publications.dit@mapaq.gouv.qc.ca

Pour une version gratuite (fichier pdf) de ce document, visitez notre site Internet à l'adresse suivante :
<http://www.mapaq.gouv.qc.ca/Fr/Pêche/md/Publications/> ou téléphonez au (418) 368-7639.

ISBN (version imprimée) : 978-2-550-50488-7
ISBN (version PDF) : 978-2-550-50489-4

Dépôt légal – Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 2007
Dépôt légal – Bibliothèque nationale du Canada, 2007

Atelier de travail sur l'élevage de la mye commune

Institut des sciences de la mer de Rimouski
20 au 22 avril 2005

Isabel Calderón¹

1. SODIM, Sept-Îles

On doit citer ce document comme suit : Calderón, I., B. Myrand, R. Tremblay. 2007. *Atelier de travail sur l'élevage de la mye commune*. Institut des sciences de la mer de Rimouski, 20 au 22 avril 2005. MAPAQ, DIT, Compte rendu n° 32, 49 p.

Résumé

Plus de 25 chercheurs et aquaculteurs ont participé à l'atelier de travail sur l'élevage de la mye commune tenu à Rimouski en avril 2005 afin de faire le point sur l'état d'avancement des travaux réalisés en myiculture dans l'est américain, dans les provinces maritimes et au Québec. Les présentations et les échanges ont porté sur l'approvisionnement, la qualité des semis, le prélevage, les ensemencements, la prédation, la dispersion et la rentabilité des opérations. Le compte rendu qui suit résume les données échangées au cours de l'activité.

Différentes stratégies d'approvisionnement existent, le choix devant être fait en fonction du site et de sa dynamique environnementale. Les stratégies qui donnent actuellement des résultats sont le transfert de myes d'un site à faible croissance vers un site offrant de meilleures conditions de croissance; le captage benthique avec des tapis ou avec des tentes; le captage en suspension à l'aide des cages « Noël » et la production en éclosion. Cette dernière approche n'est actuellement pas utilisée au Canada et pourrait s'avérer problématique en raison de la législation existante sur les transferts de mollusques.

La qualité des semis peut différer d'un stock à l'autre. Cependant, les caractéristiques génétiques restent à être identifiées. Ceci dit, la performance du naissain semble être principalement reliée au site. Le naissain de mye est relativement résistant aux manipulations. On observe un faible taux de mortalité chez les petites myes placées en hivernage. Ce taux est plus faible lorsque les myes sont placées en milieu naturel vs en bassin. Les myes issues de l'éclosion ou du captage naturel doivent être placées en structure de prélevage afin d'avoir une taille optimale à l'ensemencement. Le *Flupsy* est d'avantage efficace pour le prélevage avec des températures d'eau aux environs de 20 °C. Le prélevage en suspension en milieu naturel doit être pratiqué dans des sites productifs en éléments nutritifs. Des problèmes de salissures peuvent survenir avec le prélevage en suspension et la coquille de myes de plus de 20 mm peut subir une déformation.

Il est préférable que les myes aient atteint une taille de 15 à 20 mm avant d'être ensemencées. Il est recommandé de faire les ensemencements avant le mois d'octobre, le plus tôt étant le mieux, les prédateurs étant moins actifs en début de saison. Il est recommandé d'éviter de faire des ensemencements lorsque la température est élevée. La densité d'ensemencement habituelle est de 500 à 600 myes/m². Il est possible d'ensemencer sur des battures à sec quoique la vitesse d'enfouissement soit plus rapide à marée montante. Il est recommandé de protéger les parcelles ensemencées à l'aide de filets qui doivent être nettoyés au cours de la saison. Les filets de protection n'ont pas d'impact sur la croissance des myes.

Les crabes semblent être les prédateurs les plus importants des myes. La prédation semble être plus élevée au cours des mois les plus chauds. Les pertes par dispersion touchent davantage les petites myes que les grosses. La dispersion est aussi plus importante sur les substrats sableux comparativement aux substrats plus glaiseux. À ce jour, les problèmes de néoplasie ne touchent que les myes de l'Île-du-Prince-Édouard.

En Nouvelle-Angleterre, il semble possible d'obtenir un taux de récolte de 75 % du nombre initial de myes dans les parcelles. Le nombre de myes récoltées sur les sites aquacoles de la Nouvelle-Angleterre est de 40 à 50/m². Le prix de la mye est plus élevé en Nouvelle-Angleterre qu'au Canada. La taille commerciale est atteinte après une période de croissance de deux à trois ans en Nouvelle-Angleterre alors que le cycle de production serait de trois à cinq ans dans l'est du Canada.

Mots-clés

mye commune
Mya arenaria
élevage

Abstract

More than 25 scientists and clam growers actively participated to the soft-shell clam workshop held in Rimouski in April 2005 in order to discuss applied techniques in clam growing and research done on the subject New-England, in the Canadian Maritimes and in Quebec. Presentations and discussions concerned juvenile supply, seed quality, growing-out techniques, seedings, predation, dispersion and profitability of operations. The text that follows summarizes the information exchanged.

Different strategies can be applied for juvenile supply and the choice of the strategy should depend on the site and its environmental dynamics. Strategies actually in use are 1) transfer of clams from a slow growing area to an area offering better growing conditions; 2) benthic spat collection with mats or tent nets; 3) suspension spat collection with Noel cages and 4) hatchery production. The approach of hatchery is actually not in use in Canada and may prove difficult because of existing legislation concerning transfers.

Seed quality may differ from one stock to the other and genetic characteristics are yet to be identified. This said, juvenile performance seems to depend mainly on the growing site. Juvenile clams are relatively resistant to handling. Low mortality rates are observed in clams placed in structures for overwintering and this rate is lower when overwintering is performed in natural waters rather than in tanks. Clams obtained by spat collection methods or through hatchery need to be grown out before seeding. The Flupsy shows best growing out conditions with water temperatures averaging 20 °C. Growing out performed in natural waters needs to be done in sites presenting high nutritive element productivity. Fouling problems may be observed with suspension growing techniques and shell deformation may be observed with clams larger than 20 mm.

Clams must be a size of 15 to 20 mm before seeding. It is recommended to seed before October, the earlier in the season the better, predators being less active early in the season. It is best to avoid seeding when temperature is high. Usual seeding density is of 500 to 600 clams/m². Seeding can be performed on dry flats although burrying time will decrease when performed with incoming tide. It is recommended to protect seeded plots with netting that will be cleaned during the season. Nets have no effect on clam growth.

Crabs seem to be clams' worst predators. Predation seems to be higher during warmer months. Small clams are more prone to losses due to dispersion. Dispersion is also more important on sandy bottoms compared to muddy flats. To this day, neplasia problems have been witnessed only in Prince-Edward-Island.

In New England, it seems possible to harvest 75% of the initial clams on the site. The number of clams harvested on New-England sites is of 40 to 50/m². The price offered for clam is higher in New England than in Canada. In New England commercial size is obtained after a period of 2 to 3 years whereas this period seems to be of 3 to 5 years in Canada.

Keywords

Mya arenaria
Softshell clam
Farming

Table des matières

Mot de bienvenue	1
Welcome message	2
Introduction	3
Approvisionnement	4
Transferts vers un site d'élevage	4
La culture la mye commune à l'Île-du-Prince-Édouard : approvisionnement en naissain	4
Approvisionnement en myes juvéniles (<i>Mya arenaria</i>) par transfert aux Îles-de-la-Madeleine	4
Transfers in Maine	5
Captage benthique et pélagique	7
Shellfish management problems and solutions	7
Évaluation des différentes méthodes d'approvisionnement en myes communes aux Îles-de-la-Madeleine et dans d'autres régions du Québec	7
Production en écloserie	9
Hatchery production in Maine	9
Hatchery production of the clam <i>Mya arenaria</i> in Eastern Canada	9
Qualité des semis et manutention avant ensemencement	10
Quality of seed and handling before seeding	10
Croissance de la mye commune au Québec	10
Physiology and genetic of soft-shell clam from Havre-aux-Basques and Havre-aux-Maisons in Magdalen Islands (How to evaluate growth potential of soft-shell clams, <i>Mya arenaria</i> , seed?)	10
Sommaire des discussions concernant l'approvisionnement	16
Summary of discussions on juvenile supply	16
Entreposage et préélevage avant ensemencement	17
Hivernage et préélevage en suspension	17
Entreposage au Maine	17
Overwintering and suspension growout of softshell clams (<i>Mya arenaria</i>) in Northeastern Massachusetts	18
Utilisation des systèmes <i>Upweller</i> et <i>Flupsy</i>	20
Prégrossissement des jeunes myes aux Îles-de-la-Madeleine	20
The use of Flupsys and Pearl nets in Massachusetts	21
Sommaire des discussions concernant le préélevage et la qualité du naissain	21
Summary of discussions on seed quality and handling before seeding	21
Essais d'ensemencements commerciaux et de revitalisation de gisements	22
Stock enhancement and commercial culture of clams in Maine	22
Commercial culture and stock enhancement in Massachusetts	22
La culture de la mye commune à l'Île-du-Prince-Édouard : production	23
Projet de revitalisation au Parc Kouchibouguac	23
Commercial culture on Îles-de-la-Madeleine	23
Projet d'élevage à Mingan	23
Évolution de la situation de la mye commune dans la MRC de la Haute-Côte-Nord	23
Études expérimentales des conditions d'ensemencement	23
Experimental studies to optimize seeding success in Maine	23

Culture de mye ~ Recherche-développement (Île-du-Prince-Édouard).....	23
Some experimental seedings with seeding and sampling softshell clams	23
Ensemencements expérimentaux de myes communes (<i>Mya arenaria</i>) aux Îles-de-la-Madeleine de 2000 à 2004	26
Influences des variables physiques et biologiques sur le temps d'enfouissement chez la mye commune	27
Approche méthodologique pour ensemencements expérimentaux et suivis	27
Experimental design (and other back ailments).....	27
How to seed softshell clam: what works in Massachusetts	28
Aspects méthodologiques des ensemencements et des échantillonnages.....	29
Sommaire des discussions portant sur les conditions d'ensemencement.....	31
Summary of discussions on seeding conditions	31
Pertes par dispersion pendant le cycle d'élevage	31
Dispersal of juvenile soft shell clams	31
Effects of flow speed, sediment type and shell length on the resuspension and burrowing behaviour of juvenile soft-shell clams (<i>Mya arenaria</i>) in laboratory	33
Effets de la vitesse du courant, du type de substrat et de la longueur de coquille des myes communes juvéniles (<i>Mya arenaria</i>) sur leur remise en suspension et leur comportement d'enfouissement en laboratoire	33
Experimental study to determine clam losses due to emmigration.....	34
Mesure de la dispersion des myes communes (<i>Mya arenaria</i>) entre 2003 et 2004 au Québec	35
Sommaire des discussions portant sur les pertes par dispersion	37
Summary of discussions on losses by dispersion throughout the production cycle.....	37
Pertes par prédation et en raison de pathologies.....	38
Losses by predation of soft shelled clams in Massachusetts: Three main predators	38
Predation studies in Maine	38
Predation on recently-settled soft shell clams	41
La culture de la mye commune à l'Île-du-Prince-Édouard : Prédateurs et santé	42
Susceptibility of clam, <i>Mya arenaria</i> , to develop neoplasia, implication of genetic and toxic factors	42
Utilisation de filets de protection pour limiter la prédation des myes ensemencées	43
Sommaire des discussions portant sur les pertes par prédation et en raison de pathologies	44
Summary of discussions on losses by predation and pathologies	44
Durée du cycle de production, récupération à la récolte et rentabilité	44
Production cycle, retrieval at harvest, profitability of soft shell clam culture	44
Production cycle in Maine	45
La culture de la mye commune à l'Île-du-Prince-Édouard	47
Le potentiel économique de l'élevage de la mye commune aux Îles-de-la-Madeleine.....	48
Sommaire des discussions concernant la rentabilité économique.....	48
Summary of discussions on profitability	48
Compte rendu des travaux de recherche effectués sur la mye commune (<i>Mya arenaria</i>) dans le sud du golfe du Saint-Laurent.....	48
Annexe 1 : Coordonnées des participants.....	49

Mot de bienvenue

Merci à vous tous de vous être déplacés jusqu'ici, à Rimouski, pour participer à cet atelier de travail sur l'élevage de la mye commune. Je pense que votre présence illustre très bien l'intérêt grandissant suscité par la myiculture, que ce soit à des fins commerciales ou de réensemencement. C'est très encourageant.

L'idée d'organiser cet atelier de travail découle de la rencontre Aquaculture Canada 2004, tenue à Québec en octobre dernier. Lors de ce congrès, une session thématique avait été organisée sur l'élevage de bivalves fouisseurs comme la mye commune et la palourde américaine. Plusieurs d'entre vous y étiez d'ailleurs présents. Cet événement a permis aux participants de prendre connaissance de plusieurs travaux récents sur le sujet, ce qui a été évidemment très enrichissant. Cependant, la formule de l'événement ne permettait pas vraiment d'obtenir une vue d'ensemble et d'établir un bilan de la situation de cette activité. Il n'a pas été possible non plus de tenir des échanges et des discussions approfondies sur l'état d'avancement de la myiculture, ses défis et ses perspectives de développement.

Ce sont des lacunes que nous avons voulu combler compte tenu de l'intérêt de plus en plus important au Québec pour le développement de la myiculture. Beaucoup d'intérêt donc, mais aussi beaucoup de questionnements, ce qui est tout à fait normal pour une activité encore méconnue et peu développée. De plus, les informations pertinentes sont encore peu nombreuses et souvent difficilement accessibles. Il faut dire que les rares équipes ou les chercheurs qui s'y intéressent sont souvent assez isolés. Et encore là, peu y consacrent une partie importante de leur temps.

Or de nos jours, les ressources humaines, matérielles et financières sont trop limitées pour les investir là où ce n'est pas essentiel. Alors, il ne faudrait surtout pas réinventer la roue si quelqu'un l'a déjà fait. Bien sûr, les Québécois, par exemple, savent assez bien ce qui se passe chez eux, mais beaucoup moins bien ce qui se passe dans les Maritimes et en Nouvelle-Angleterre : deux régions voisines où l'élevage de la mye suscite aussi beaucoup d'intérêt et génère un certain volume d'activités. J'imagine que l'inverse est aussi vrai pour nos collègues. Il n'y a probablement pas beaucoup de personnes ici, dans cette salle, qui aient une connaissance pointue de ce qui se fait un peu partout sur l'élevage de la mye dans l'est de l'Amérique du Nord, d'où notre volonté d'organiser cet atelier permettant de regrouper, pour quelques jours, les intervenants impliqués d'une façon ou d'une autre en myiculture.

L'atelier de travail a été divisé en plusieurs sessions thématiques couvrant l'ensemble de la problématique myicole. Nous avons cependant choisi de mettre un peu moins d'emphasis sur l'approvisionnement en mollusques juvéniles pour nous consacrer sur d'autres aspects souvent beaucoup moins bien documentés et connus. La division en sessions thématiques devrait permettre de porter notre attention sur des aspects précis et aussi permettre d'alterner les périodes de présentations et de discussions et espérant qu'il n'y ait pas trop de chevauchements d'un thème à l'autre, même si cette situation est fort probablement inévitable.

Huit thèmes principaux ont été identifiés : les moyens d'approvisionnement en individus juvéniles, la qualité des semis et les manutentions avant l'ensemencement, l'entreposage et le grossissement des myes avant l'ensemencement, l'optimisation du

succès des ensemencements, les aspects méthodologiques liés aux ensemencements et aux échantillonnages expérimentaux, les pertes par dispersion, les pertes par prédation et les maladies et la rentabilité. À tout cela s'ajoutera un volet informatif sur les diverses activités d'ensemencement et de revitalisation de gisements ce qui permettra d'obtenir un portrait de la diversité et de l'importance des projets et des activités en cours. Enfin, une discussion générale, à la fin de l'atelier, visera à faire le point sur le potentiel de myiculture à partir de l'ensemble des données partagées.

Tous ceux qui avaient des informations pertinentes se rapportant à un thème donné ont accepté de les présenter pour le bénéfice des autres participants. Certains d'entre vous serez peut-être témoin, dans certains cas, de la présentation de « vieux matériel », mais pour beaucoup d'autres ce sera certainement nouveau. L'important est de s'assurer que tous aient la même information de base car une discussion suivra chaque session thématique.

Plusieurs personnes ont montré un grand intérêt pour cette rencontre, mais n'ont pas été en mesure de se libérer pour y participer. Il n'en reste pas moins que la plupart des intervenants qui sont – ou ont été – parmi les plus actifs en myiculture au cours des dernières années, sont ici. Nous serons donc certainement en mesure d'avoir des échanges stimulants et constructifs. Au total, nous devrions être environ 30 participants provenant de l'est du Canada et de la Nouvelle-Angleterre. La plupart d'entre nous sommes impliqués en recherche-développement, mais plusieurs sont des producteurs en opération ou des promoteurs intéressés par cette activité. Il est à espérer qu'une complicité s'établisse entre nous.

Nous espérons que le partage d'information et les discussions aideront à obtenir une meilleure connaissance de l'état actuel de la myiculture, à identifier les principales problématiques et verrons auxquels il faut s'attaquer et aussi les pistes de solution les plus prometteuses, à développer des coopérations entre nous et à fournir des conseils éclairés aux myiculteurs et autres intervenants concernés sur la base des meilleures informations disponibles.

Il est très important que ceux et celles qui ne sont pas présents avec nous aient accès à l'information et aux consensus résultant de l'atelier. C'est pourquoi de grands efforts seront consentis pour rendre le contenu de nos discussions disponible. Un compte rendu de l'atelier comprenant des textes synthèses des présentations et des discussions sera publié. Vous avez déjà été sollicités à cet effet. Nous comptons beaucoup sur votre collaboration pour nous faciliter la tâche.

La tenue de l'atelier est rendue possible grâce à la contribution financière ou en nature de plusieurs organismes dont il faut souligner ici l'implication : le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation (MAPAQ), la Société de développement de l'industrie maricole (SODIM), le Programme coopératif en recherche et développement en aquaculture de Pêches et Océans Canada, le Comité sectoriel de la main-d'œuvre en pêche maritime et notre hôte, l'Institut des sciences de la mer. Sans eux, l'atelier n'aurait jamais pu avoir lieu.

Je souhaite que nos échanges soient des plus stimulants et des plus productifs. Bon atelier à tous!

Bruno Myrand

Welcome message

Thank you for your presence here in Rimouski to attend this workshop on the soft-shell clam culture. I think your presence shows very well the growing interest in clam culture and enhancement.

The idea to organize this workshop came after the Aquaculture Canada 2004 meeting, held in Quebec City, last October. During this meeting, a thematic session was held on softshell clam and hardclam culture. This session allowed attendees to gain a better knowledge on some of the latest R&D on these species. However, it was not possible to get a global view of the clam culture situation, at least in Canada. Further, it was not possible to discuss about challenges and perspectives.

This is why we have decided to organize this workshop. Also because there is a growing interest in Québec for the development of softshell clam culture. Lots of interest, but also lots of questions, and that is probably normal for a new and still largely undevelopped activity. There are only scant and often unavailable information on this subject. In fact, few R&D activities are targeting its development. There are only few R&D teams and scientists acting in this field and few are involved full-time. Nowadays, human, financial and material resources are too limited to be wasted on activities which are not essential. So, we must not reinvent the wheel.

This workshop has been divided in thematic sessions. We have decided not to cover juvenile supply as extensively as the other themes which are often less well known. The thematic sessions will allow to focus our attention on limited topics and also allow to alternate presentations and discussions. We hope that overlapping will be limited although probably difficult to avoid.

Eight major theme have been identified : juvenile supply, seed quality and handlings prior to seeding, storage and grow-out prior to seeding, optimizing seeding success, methodological aspects, losses through dispersion, losses through predation and pathologies and profitability. In addition, we will get information on clam culture and enhancement activities and projects to understand their diversity and importance. Finally, a general discussion, at the end of the workshop, will help to state about the potential of softshell clam culture based on all the shared information.

You have all accepted to share your information them for the benefit of all the participants. For some you, sometimes it will possibly be «old stuff» but not for the others. What is important is to be sure that every one has a minimum level of information to fuel the following discussions.

We hope this workshop will help to (1) to get a better knowledge of the present status of soft-shell clam culture, (2) to identify the main issues to be addressed and the most promising responses, (3) to develop cooperation between us, and (4) to propose advices to clam growers based on the best available information.

Unfortunately, several people could not attend the workshop despite their high interest because of schedule conflicts. However, most of the people involved in softshell clam culture are in this room. We should be about 30 people from eastern Canada and New-England. Most of us are involved in R&D, the others are clam growers or «would be» clam growers.

It is very important that people not attending the workshop could get the information. This is why proceedings will be edited. We have asked you for long abstracts synthesizing your presentations. We count on you.

Finally, several organizations have helped us with funding and in kind support. I want to thank them for their highly appreciated support: MAPAQ, SODIM, PCRDA, CSMOPM and ISMER.

Have a nice workshop!

Bruno Myrand

Introduction

Au cours des dernières années, l'élevage de la mye commune a connu un intérêt grandissant au Québec et dans toute la région de l'est canadien et du nord-est américain. Plus spécifiquement, les Îles-de-la-Madeleine, au Québec, accueillent déjà une entreprise dédiée à ce type d'élevage; un promoteur de la Moyenne-Côte-Nord procède actuellement à des essais et un projet expérimental pourrait voir le jour à court terme en Haute-Côte-Nord. Au Bas-Saint-Laurent, une entreprise vise actuellement l'exploitation des stocks sauvages, mais envisage à moyen terme la production myicole. La mye est d'ailleurs l'une des espèces pouvant être candidate pour le développement maricole dans cette région.

Toutefois, peu d'efforts ont été consentis à ce jour afin de développer des opérations myicoles rentables. Seul un nombre restreint d'équipes de chercheurs et d'universitaires travaillent sur le sujet. Nous savons qu'une quantité importante de connaissances doit encore être acquise afin de faire de la myiculture, une activité aquacole rentable et profitable. Il nous est donc apparu important que chercheurs, universitaires et aquaculteurs se regroupent afin de rassembler l'information existante sur la mye, et identifier les avenues de recherche pour le développement de la myiculture. L'atelier de travail a eu pour objectif de regrouper les chercheurs impliqués directement ou indirectement en myiculture dans l'est de l'Amérique du Nord ainsi que les principaux producteurs impliqués. Toute l'expertise nord-américaine disponible autour de ce thème a donc été réunie pour faire le point sur l'état d'avancement des travaux et des besoins à combler pour parvenir à développer une myiculture rentable. Nous croyons que les connaissances et réflexions de toute cette expertise contribueront substantiellement au développement de la myiculture québécoise.

Approvisionnement

Transferts vers un site d'élevage

La culture la mye commune à l'Île-du-Prince-Édouard : approvisionnement en naissain

Landry, T., N. McNair, J. Davidson, L. MacLean

Résumé non disponible

Abstract not available

Approvisionnement en myes juvéniles (*Mya arenaria*) par transfert aux Îles-de-la-Madeleine

Chevarie, L., B. Myrand

La lagune du havre aux Basques localisée au sud des Îles-de-la-Madeleine abrite un important gisement de myes communes. Ce gisement s'étend sur une surface de 225 hectares (fig. 1) et la quantité de myes (≥ 14 mm) a été évaluée à 265 millions en 2000. La densité fut estimée à 122 myes ≥ 14 mm/m² lors d'un inventaire réalisé en 2000 et à 132 myes ≥ 14 mm/m² lors d'un autre en 2001. Le gisement du havre aux Basques est un site privé de tout contact avec la mer pendant la majeure partie de l'année et les myes n'y atteignent jamais la taille commerciale (51 mm). La taille moyenne des myes y est d'environ 30 mm. Les myes du havre aux Basques sont totalement exemptes de pathogène et ne sont pas touchées par la néoplasie. Elles offrent donc de bonnes possibilités pour le transfert vers un site où la croissance est beaucoup plus intéressante.

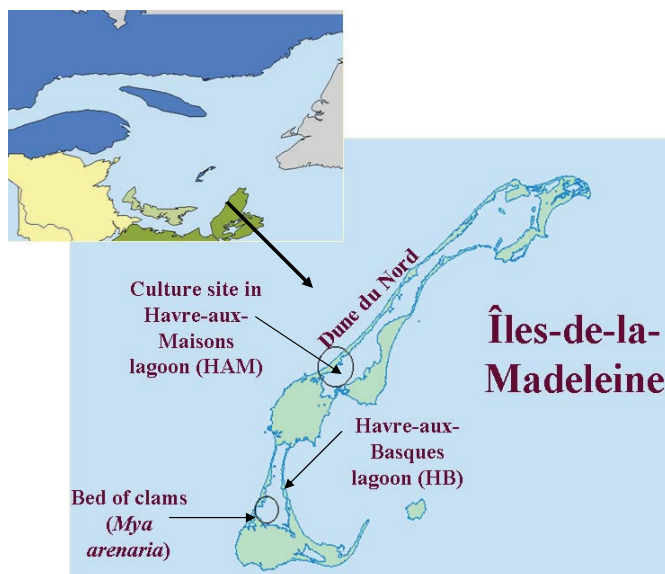


Figure 1. Carte des Îles-de-la-Madeleine avec les lagunes de Havre aux Basques et de Havre aux Maisons utilisées pour le transfert de myes.

Une étude d'impacts menée en 2000 sur l'usage d'un râteau hydraulique (fig. 2) pour la récolte des jeunes myes a démontré qu'aucune espèce associée n'est menacée par cet engin de récolte et que les impacts sont très minimes et indécélables après moins de 15 jours (Chevarie *et al.* 2002).



Figure 2. Râteau hydraulique utilisé pour la récolte de myes dans les lagunes aux Îles-de-la-Madeleine.

Des premiers essais de transfert ont donc été faits en 2001. Les myes récupérées dans la lagune du havre aux Basques ont été transférées dans la lagune du havre aux Maisons où la croissance est meilleure. La récupération des myes d'une taille moyenne de 30 mm (15 à 40 mm) s'est faite au printemps et à l'automne. Les ensemencements dans leur nouvel habitat ont eu lieu en juillet et en octobre. En 2002, une seule période de récolte a eu lieu au printemps et les myes ont été ensemencées en juillet.

Les résultats de ces transferts ont été décevants. Lors du dernier échantillonnage réalisé en 2004, la croissance moyenne des myes n'était en moyenne que de 10 à 11 mm après trois ans et les taux de récupération étaient inférieurs à 10 %. La croissance et le taux de récupération des myes ont été trop faibles pour qu'on puisse espérer rentabiliser une telle opération de transfert. L'entreprise « Élevage de myes PGS Noël inc. » qui effectuait des opérations similaires mais à plus grand échelle (prélèvement de jeunes myes sur le gisement du Havre aux Basques suivi de leur ensemencement dans la lagune du Havre aux Maisons) a eu des résultats tout aussi décevants.

Il restait une possibilité à explorer avec des myes de plus petite taille en espérant qu'elles atteignent un meilleur potentiel de croissance. En 2003, des myes d'une taille moyenne de 12 mm ont donc été transférées vers le site du havre aux Maisons. Les résultats obtenus lors de l'échantillonnage de 2004 ont été décevants. Les taux de récupération moyens étaient inférieurs à 5 %. La croissance moyenne, bien que supérieure aux myes de tailles plus grandes ensemencées en 2001 et 2002 n'a pas été aussi intéressante que ce que l'on espérait avec environ neuf mm après un an (de 12 mm à 21 mm).

Aucun résultat intéressant n'a été obtenu avec le transfert de jeunes myes de la lagune du Havre aux Basques vers celle du Havre aux Maisons entre 2001 et 2003. Des transferts populations-sites menés en parallèle sont arrivés aux mêmes

résultats (Chevarie et Myrand, 2005). Il est difficile d'expliquer pourquoi les myes du havre aux Basques n'offrent pas une bonne croissance après leur transfert en milieu favorable ni pourquoi leur taux de récupération est si faible. L'approvisionnement en jeunes myes par transfert est abandonné pour le moment faute de gisement intéressant aux Îles. Les efforts seront dorénavant tournés vers un approvisionnement par captage benthique ou pélagique.



Figure 3. Myes récoltées dans la lagune du Havre aux Basques pour le transfert (en haut). Myes récupérées après trois ans de transfert dans la lagune du Havre aux Maisons (en bas).



Référence :

- Chevarie L. *et al.* 2006. Étude d'impacts d'un engin hydraulique pour la récolte de myes (*Mya arenaria*) dans la lagune du havre aux Basques. Périodes de récolte étudiées : été, automne 2000 et printemps 2001. Annexe 1. In Chevarie, L., B. Myrand. 2006. Programme de recherche-développement en myiculture aux Îles-de-la-Madeleine. MAPAQ, DIT, Compte rendu no 19, 71 p.
- Chevarie L. et B. Myrand. 2006. Recherche d'une nouvelle source d'approvisionnement en jeunes myes aux Îles-de-la-Madeleine à l'aide de transferts « populations x sites ». p.29-32. In Chevarie, L., B. Myrand. 2006. Programme de recherche- développement en myiculture aux Îles-de-la-Madeleine (programme MIM) 2003. MAPAQ, DIT, Compte rendu no 28, 50 p.

Transfers in Maine

Beal, B. F.

Introduction

In Maine, USA, soft-shell clams, *Mya arenaria*, are the third most important commercial marine species harvested behind lobster, *Homarus americanus*, and cultured salmon, *Salmo salar*. From 2001-2004, clam landings in Maine averaged \$15.8 million, worth \$50 million annually to the state economy (Anonymous, 2005). Coastal communities have the option to manage their local clam stocks using one of the oldest co-management programs in the United States. Beginning in 1962, Maine's State Legislature passed a law that created a community-based management structure between a municipality and the state of Maine through the Department of Marine Resources (DMR). Today, this structure, or agreement, is called a "shellfish ordinance" and it allows towns to adopt, amend, or repeal a set of shellfish conservation measures that regulate the taking of shellfish within the intertidal zone of the municipality. The ordinance is a broadly defined document that includes language about conservation activities, qualifications of a licensee, license fees, limiting effort, harvesting methods and tools, enforcement, the organization and rights of a local stewardship committee, and other measures. The first step a town must take once it declares its intention to manage its local clam assets is to adopt a "model ordinance," or general management plan, that outlines basic requirements the state mandates. (Towns not interested in managing their clam stocks are not required to do so, and, therefore, the state must act alone to manage those flats to the best of its ability.) However, the model ordinance is structured to permit sufficient flexibility to enable a community to benefit from local knowledge, wants, and wishes by creating, adopting, and regulating its unique management schemes that may exceed the basic provisions set out in the model ordinance. These local modifications are enacted when a community requests them in writing to the DMR and they are granted by the DMR Commissioner. In this way, two adjacent communities may have a common goal of increasing local clam stocks, but have very different looking shellfish ordinances. There are three common requirements of all communities with shellfish ordinances: 1) the management plan be enforced by a warden paid through the town; 2) no clam less than two-inches can be harvested legally; and 3) 10% of licenses sold in a community be made available to Maine citizens outside the particular community.

Over the years, shellfish committees have adopted a number of management tools in an attempt to maintain high yields of clams and keep their clamming habitat productive. The following is a partial list of management activities that have been used in Maine since 1962 – no community has adopted all of the activities listed:

1. limiting the number of licenses sold;
2. restricting harvest volumes;
3. limiting all harvesting to recreational diggers;
4. limiting when harvesting can occur (e.g., no Sunday digging; no night digging);
5. restricting the areas where harvesting can occur (i.e., flat rotations);
6. applying tree brush or snow-fencing to intertidal areas to encourage juvenile clams settlement;

7. applying wire fencing to the intertidal to deter green crab predation;
8. assessing stock volume and size frequency distributions (i.e., clam surveys);
9. transferring clams from high density/slow growth areas to low density/fast growth areas;
10. enhancing flats with hatchery-reared, or cultured clam seed;
11. installing municipal sewage treatment systems and reducing overboard discharges (e.g., water quality monitoring programs);
12. installing predator-deterrent netting to protect small clams and/or to encourage juvenile clam settlement;
13. municipal leasing of flats (each community has the right to set aside up to 25% of its productive clamming habitat for private clam farming operations).

In 2004, approximately 32% of the 73 Maine communities that actively managed their shellfish stocks participated in some form of transfer program (Anonymous 2005). These activities are very labor intensive because they involve harvesting and transporting wild "seed clams" from areas where growth is slow or retarded (i.e., near the upper intertidal where clam growth can be 95% slower than growth of the similar animals at the low intertidal (Beal *et al.* 2001) to areas where growth is faster. Most communities transfer clam seed that is approximately 32-38 mm shell length (SL). To the best of my knowledge, there has been only one attempt to quantify the efficacy of transfers in Maine. Here, I present information on short-term survival, growth and recruitment patterns of transferred clams.

Methods

On 2 May 1998, approximately 365 pounds of soft-shell "seed" clams were dug by commercial harvesters from the town of Eastport, Maine near Half Moon Cove in Passamaquoddy Bay. Clams were sieved, washed, and stored overnight in a walk-in cooler at 4°C. A random sample of these clams ($n = 96$) demonstrated that the shell length (SL) range varied from 23.2 mm to 58.5 mm with a mean $SL = 39.3 \pm 9.5$ mm. A relationship between clam weight and clam number was developed for these clams by counting five separate lots of individuals at 1, 3, 5, and 7 pounds (Count = $0.03 + 48.73 \times \text{Weight}$; $n = 20$; $r^2 = .969$; $P < 0.001$). This line was used to estimate number of clams seeded within plots ($9.3 \text{ m}^2 \approx 100 \text{ ft}^2$) at a nearby intertidal flat, Carrying Place Cove, Eastport, Maine, on 3 May 1998. Seeding densities were 9, 13.5, and 27 pounds per plot, or 439, 658, and 1,316 clams per plot representing approximately 47, 71, and 142 animals/ m^2 .

Six treatments, with five replicate plots each, were established:

1. 0 pounds with a piece of 4.2 mm flexible plastic netting;
2. 9 pounds with no netting;
3. 9 pounds with no netting and surface of flat roughened with clam harvesting hoes;
4. 13.5 pounds with no netting;
5. 13.5 pounds with 4.2 mm flexible plastic netting;
6. 27 pounds with no netting.

Treatments were randomly assigned to plots that were established in a 6 x 5 matrix with 5 m between rows and columns. An initial survey of the experimental area failed to locate a single live clam. To estimate the short-term effect of enhancing flats through transferring seed clams, each plot was randomly sampled twice on 27 October 1998 using a coring device (0.02 m^2) to a depth of 20 cm. All transferred clams per sample were counted and the SL of each live clam was measured to the nearest 0.1 mm. It was possible to distinguish annual shell growth as an obvious white band along the entire ventral margin of the clam.

Several *a priori* contrasts were of interest for both growth and survival variables:

1. Is netting important to retain transferred clams? This was tested by comparing treatments four and five;
2. Does roughening the sediment surface enhance the burrowing rate of clams? This was tested by comparing treatments two and three;
3. Is there an effect due to seeding density?

This was tested by comparing treatments two, four, and six. I used a conservative decision rule for each contrast based upon the advice from Winer *et al.* (1991) who cautioned against excessive type I error by reducing α using the following equation: $\alpha' = (1 - \alpha)^{1/m}$ where m = the number of contrasts.

In this instance, since $m = 3$, the new decision rule, α' , equals 0.0170.

Survival

Over five months, between 30% and 70% of clams initially transferred were missing. Greatest missing rates occurred in the low density plots. Table 1 demonstrates that protecting clams with netting had no significant effect on clam density after five months ($P = 0.0293$); however, mean density under the netting was approximately twice that in plots without netting (2.2 ± 0.359 vs. 1.0 ± 0.365 clams/sample; $n = 5$). There was no difference in density between roughened vs. non-roughened plots. In addition, initial differences in stocking density were observed five months later (Table 1; $P = 0.0074$).

Growth

Clam growth was related to initial planting size (Fig. 1) and was unaffected by stocking density, netting, and sediment roughening ($P > 0.80$). Clams initially less than 35 mm grew 8.1 ± 1.14 mm ($n = 13$) compared to 3.4 ± 0.56 mm ($n = 27$) for animals greater than 35 mm ($P = 0.0002$).

Recruitment

No wild spat were found in control plots that did not receive clam seed, nor were spat found in either of the low density treatments. ANOVA demonstrated a significant effect due to the presence of the netting as 3.3x as many spat were found in netted vs. unnetted plots (50.0 ± 21.1 vs. 15.0 ± 7.6 individuals/ m^2). No differences were observed between the plots with the two highest densities of seed clams ($P = .0594$).

Table 1. Analysis of variance on the square root-transformed number of re-seeded clams per 0.02 m² sample taken on 27 October 1998 at Carrying Place Cove, Eastport, Maine. Two random samples were taken from each of five replicates of each treatment (2 X 5 X 5 = 50 samples). A priori contrasts appear under the Treatment source of variation and a decision rule equal to $\alpha' = 0.0170$ was used.

Source of variation	df	SS	MS	F	Pr > F
Treatment	4	10.84	2.71	11.87	0.0091
1) Net vs. no net	1	1.54	1.54	8.11	0.0293
2) Roughened vs. not	1	0.01	0.01	0.02	0.8952
3) Stocking density	2	4.58	2.29	37.84	0.0074
Sample (Treatment)	5	1.14	0.23	0.59	0.7071
Error	40	15.46	0.39		
Total	49	27.44			

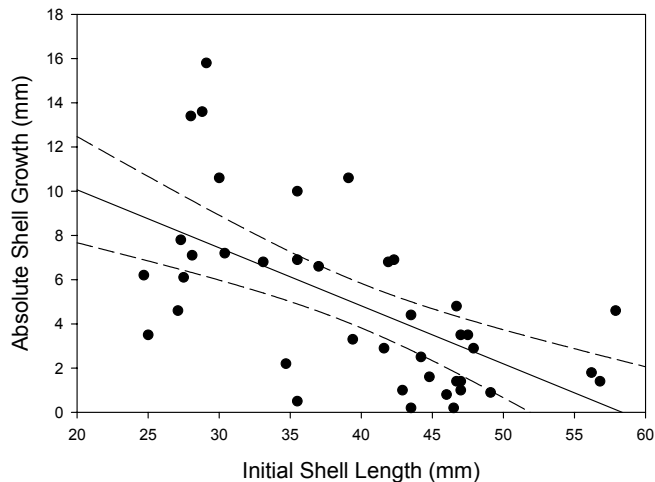


Figure 1. Absolute growth ($\pm$ 95% confidence interval) of soft-shell clams transferred to Carrying Place Cove in Eastport, Maine from 2 May to 27 October 1998. $Y = 15.3 - 0.262 X$; $n = 40$; $r^2 = 0.368$; $P < 0.001$.

References

- Anonymous. 2005. Maine Department of Marine Resources. <http://www.maine.gov/dmr/>.
- Beal B.F., Parker M.R., Vencile K.W. 2001. Seasonal effects of intraspecific density and predator exclusion along a shore-level gradient on survival and growth of juveniles of the soft-shell clam, *Mya arenaria* L., in Maine, USA. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 264:133-169.
- Winer, B.J., Brown, D.R., Michels, K.M. 1991. Statistical principles in experimental design. 3rd edn. McGraw-Hill, Inc.

Captage benthique et pélagique

Shellfish management problems and solutions

Grundstrom, J.

Commercial tents have had little use in the Massachusetts commercial shellfish culture due to the problems experienced in maintaining them. The high tidal flows encountered in Massachusetts cause erosion and stabilization problems with the tents. In their place, buoyed nets are used that are less obstructive to the tidal flow. These buoyed nets were first used in the mid 1960s but due to lack of knowledge they were deemed to be useless at that time. They were next used in the mid 1990s with proper instructions and found to be very effective. They work on all substrates, but work best on sandy mud areas.

There are two types of nets used in Massachusetts. One type is the spat capture net that is also effective for predator exclusion. The second type is for predator exclusion but is also effective for spat capture. The predator exclusion net is somewhat easier to keep free of fouling than the spat capture net due to the larger size mesh. The nets, with buoys attached, are placed on the clam flats in early spring for spat capture. It is necessary to keep them clean and secure throughout the summer season. Any damage due to outboard motors must be repaired promptly to protect the juvenile clams under the net. It is necessary to remove the nets from the flats by early December to prevent loss of the nets by being frozen in the ice. This is also done to prevent the loss of animals or birds that could be trapped in loose nets. This could be disastrous to the program.

Évaluation des différentes méthodes d'approvisionnement en myes communes aux Îles-de-la-Madeleine et dans d'autres régions du Québec

Chevarie, L., B. Myrand, M. Gaudet, M. Giguère, B. Thomas, S. Brulotte

Dès 1998, des premiers travaux de captage pélagique ont eu lieu dans la lagune du Havre aux Maisons. Le collecteur utilisé était similaire au traditionnel collecteur de pétoncles. Il était fait d'une poche à oignons avec des pièces de *Netron* à l'intérieur (fig. 1). Les collecteurs étaient installés sur des lignes flottantes vers la mi-juin et récupérés en septembre. Les quantités de myes récupérées ont été très intéressantes avec une moyenne de plus de 1 000 myes/collecteur et une taille moyenne d'environ 10 mm. Plusieurs travaux ont été menés pour améliorer les paramètres d'utilisation (profondeur, quantité de *Netron*, sites, types de poche, etc.). Cependant, un problème majeur persistait, soit les trop grandes quantités de moules qui se fixaient aussi sur les collecteurs et qui emprisonnaient les myes avec leurs byssus. Malgré de nombreux efforts, le tri des collecteurs était trop ardu et difficilement rentabilisable. La méthode a été abandonnée en 2002.

Inspiré des travaux de Chandler & Al. (1997), des travaux de captage benthique ont débuté en 2001 en utilisant des tapis de type « *Astro-turf*™ » (fig. 2). Les résultats prometteurs obtenus dès la première année (2 232 myes >2,5 mm /m²) ont démontré un bon potentiel pour cette approche. Des travaux supplémentaires ont été menés en 2003 et 2004 afin d'optimiser

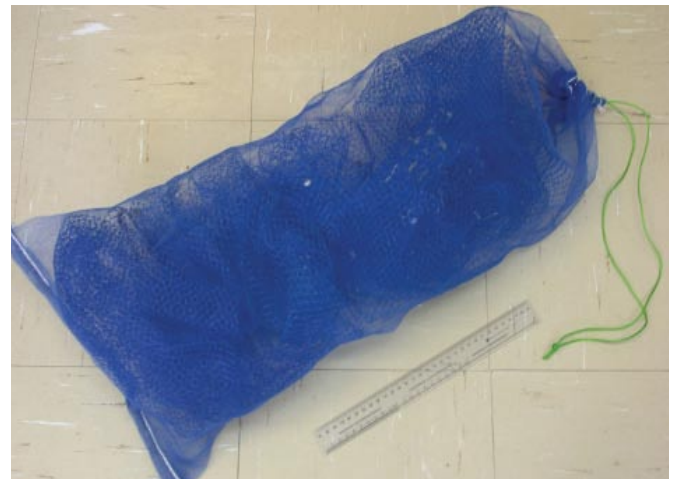


Figure 1. Collecteur pélagique de myes communes (poche à oignons avec *Netron* à l'intérieur).

cette approche. Ces travaux ont démontré qu'il était possible d'installer ces collecteurs pendant une période de cinq semaines, soit du début de juin à la première semaine de juillet et de les récupérer aussi pendant une période de cinq semaines, soit du début de septembre à la première semaine d'octobre, sans que la quantité de myes récupérées en soit affectée. Ces résultats sont très encourageants du point de vue commercial car l'installation et la récupération de ces collecteurs à grande échelle nécessiteraient plusieurs semaines.

Il n'a pas été possible de préciser si les collecteurs installés en zone intertidale ou en zone subtidale fournissaient un rendement différent lors de la collecte. Cependant, la zone intertidale tend à donner de meilleurs résultats.

Des tapis ont été installés en 2003 et en 2004 à huit différents sites déjà colonisés par la mye et faciles d'accès afin que l'on vérifie s'il y avait d'autres sites aux Îles-de-la-Madeleine qui pouvaient offrir un rendement de collecte intéressant. La Pointe à Marichite a démontré un certain potentiel avec 2 895 myes/m² en 2003. Malheureusement, les résultats pour ce site ont été beaucoup moins intéressants en 2004. Les quantités de myes récupérées aux autres sites ont été très variables (< 100 à 700 myes > 2,5 mm/m²) et beaucoup moins intéressantes que le site de Havre-aux-Maisons qui a offert un rendement moyen de 1 495 ± 86 myes > 2,5 mm/m² (17 fois plus que les témoins) sur une période de trois ans. La taille moyenne des myes était de 8,1 mm.



Figure 2. Collecteurs benthiques (tapis *Astro-turf*) utilisés pour le captage de myes communes.

Les collecteurs benthiques (tapis *Astro-turf*) ont été expérimentés dans d'autres régions du Québec (Mingan, Pointe-à-Boisvert, Grand-Métis, Barachois et Port-Daniel). Les rendements de captage y ont été moins intéressants que ceux obtenus à Havre-aux-Maisons. Le meilleur site fut celui de la baie Mitis avec 1 599 ± 1 213 myes/m². Il faut toutefois considérer que ce rendement inclut toutes les myes retenues sur un tamis de 355 µm, ce qui signifie que la taille moyenne des myes récupérées était beaucoup plus faible que celle obtenue à Havre-aux-Maisons.

Des expériences ont été menées afin de vérifier les substrats les plus favorables pour le captage benthique en Gaspésie. Bien qu'aucun site étudié n'a offert un très bon rendement (moyenne de 164 myes/tapis), cette étude a permis de confirmer que les sites avec une prédominance de zostères étaient moins favorables que ceux avec un substrat de sable et de vase.

Une troisième approche de captage est présentement sous étude : la cage « Noël ». Mise au point par le producteur local (M. Gérald Noël), il s'agit d'une cage en bois recouverte avec de la moustiquaire (fig. 3) qui est installée en suspension dans la colonne d'eau à partir d'une filière flottante. Les résultats obtenus en 2003 et 2004 ont été très prometteurs. En 2003, ces cages ont fourni un rendement de 10 000 à 20 000 myes par cage. Cependant, cette approche de captage pélagique est confrontée au même problème que celui rencontré avec les poches à oignon, soit la récolte parallèle de grandes quantités de moules fixées parmi les myes. Il faudra donc travailler à obtenir une meilleure sélectivité des espèces captées.

La présence de moules est une problématique dont il faut tenir compte dans le choix d'un collecteur de myes. Pour l'instant, les collecteurs pélagiques comme les poches à oignon sont à proscrire. Ceci laisse deux options prometteuses pour les Îles-de-la-Madeleine, soit le captage benthique qui a fourni des résultats satisfaisants sur une période de trois ans et les cages « Noël » avec lesquelles il faudra mener d'autres travaux pour valider les résultats obtenus et améliorer la méthode.

Jusqu'à présent, le captage benthique n'a pas été concluant dans les autres régions du Québec. Les quantités de myes > 2,5 mm récupérées ont été trop faibles pour envisager un approvisionnement à grande échelle malgré que les sites caractérisés par un substrat sablonneux et vaseux aient donné de meilleurs résultats. D'autres essais seront donc nécessaires pour développer une technique d'approvisionnement fiable dans les secteurs de la Gaspésie et du Bas-St-Laurent.



Figure 3. Cage « Noël » expérimentée aux Îles-de-la-Madeleine pour la collecte de myes communes.

Références

- Chandler, R.A., S.M.C. Robinson et J.D. Martin. 1997. Collection of soft-shell clam (*Mya arenaria* L.) spat with artificial substrate. Dept. Fisheries and Oceans, St. Andrew Biological Station, St. Andrew, NB, Canada.

Production en écloserie

Hatchery production in Maine

Beal, B. F.

In Maine, there are four commercial shellfish hatcheries and one public facility. Although all commercial facilities have the ability to rear soft-shell clam seed, most do not because their markets are typically private growers who raise eastern oysters (*Crassostrea virginica*) and hard clams (*Mercenaria mercenaria*). The only shellfish hatchery in Maine that has consistently raised soft-shell clam seed either for private (clam farming) or public use (stock enhancement) since 1987 is the Beals Island Regional Shellfish Hatchery (BIRSH) located in the town of Beals, in eastern Maine (Beal 2005). The mission of BIRSH was to enhance Maine's soft-shell clam and other shellfish resources through aquaculture, applied research, technology transfer, and public education. Each year, staff and University of Maine at Machias undergraduate students have spawned wild clams in the spring (April to June) when animals are in ripe condition naturally, reared larvae (24°C) for 14-16 days in circular 1500-L tanks, reared cultured algae (i.e., *Isochrysis galbana*, *Chaetoceros muelleri*, *Tetraselmis maculata*, *Pavlova lutheri*, *Pavlova pinguis*, *Thalassiosira pseudonana*, *Rhodomonas salina*, and *Thalassiosira weissflogii*), and raised clam juveniles on wooden trays lined with increasing larger mesh sizes (125-, 250-, 500-, and 1000- μ) that float in numerous shallow tanks (3.7 m x 1.8 m x 0.5 m deep) with recirculating seawater. Tanks are cleaned every third day and refilled with warmed seawater (20-24°C).

Animals are reared to a size where they will reside on nylon window screening (ca. 2.5 mm SL). Then, they are placed in groups of 10,000 into wooden trays (1.2 m x 0.9 m x 0.05 m) lined with window screening and taken to a protected cove where the trays float on the surface water. In addition, approximately 75 periwinkles, *Littorina littorea*, are placed in each tray to reduce fouling of macroalgae in the apertures of the screening. Clams placed in trays and floated in the cove before or during the month of June usually reach a transplantable size (8-12 mm SL) by early November.

The Regional Shellfish Hatchery was located on Perio Point in the town of Beals from 1987 to 2003. Since 2003, the name of the facility was changed to the Downeast Institute for Applied Marine Research & Education (DEI) and the location relocated approximately 5 km south to Black Duck Cove on Great Wass Island (town of Beals).

Spawning

Clams are now conditioned prior to their normal spawning season that occurs in late May through early July when seawater temperatures approach and exceed 10°C. Animals (65-75 mm SL) are collected from the wild in late December or early January and are sandwiched between pieces of extruded mesh netting and vinyl-coated lobster trap wire. The sandwiches holding the clams are held together with nylon cable ties to maintain enough pressure on the valves so that the animals do not die from the stress typically observed when adults are held out of sediments for periods greater than two weeks. Animals are then placed in insulated tanks at 13°C for five to six weeks during which time they are conditioned sufficiently to spawn. Spawning occurs in shallow tanks by warming the seawater to 24°C and waiting for this thermal shock to induce gamete production (2-12 hours).

Larval production

Fertilized eggs are placed into circular 1500-L tanks at densities of 3-6 per ml with seawater temperatures around 24°C. Larval tanks are drained completely every other day. After two days, larvae are trapped on sieves with 64- μ mesh. During the next two weeks, sieve sizes are increased gradually to 75-, 90-, 125-, and 175- μ . When well-developed feet appear, animals are removed from the larval tanks and are set on 125- μ screens that float in shallow tanks with recirculating seawater.

References

Beal, B.F. 2005. Soft-shell clam, *Mya arenaria*, mariculture in Maine, USA: opportunities and challenges. AAC Spec. Publ. No. 9:41-44.

Hatchery production of the clam *Mya arenaria* in Eastern Canada

Pernet, F., C. Gione

Résumé non disponible

Abstract not available

Qualité des semis et manutention avant ensemencement

Quality of seed and handling before seeding

Beal, B. F.

Upon metamorphosis, clams remain in shallow tanks (3.7 m x 1.8 m x 0.5 m deep) for up to three months until they have reached a size of 2.5 mm SL. During this period, they are fed cultured microalgae. (We have attempted several times to use land-based and tidal-powered upweller units, but because seawater temperatures are so cold (even during the warmest summer months), the volume of seawater that must be pumped or pushed through silos of animals is too large to be practical. Clams on the wooden trays are graded each week and similar sized clams are placed into tanks with each other. As animals grow, they are placed on increasing mesh sizes (up to 1000- μ) until they attain a size where they reside on window screening. After five-month of growing in floating trays in the protected cove, they are overwintered so that they can be planted the following spring. Clams are packaged in chilled (3-5°C) styrofoam boxes and sent through the mail for next day delivery. We have yet to experience any significant mortality of our clam seed prior to field planting. The 2005 price for clams reared at the Downeast Institute is given in Table 1.

Table 1. 2005 price list for seed clams reared at the Downeast Institute for Applied Marine Research and Education, P.O. Box 83, Beals, Maine 04611-0083.

SIZE (mm)	Price per 1,000 animals
1-1.49	\$ 4.20
1.5-1.99	\$ 6.00
2.0-4.99	\$ 8.00
5 to 7.9	\$ 20.00
8.0 to 11.9	\$ 25.00
12 to 15	\$ 30.00
> 15 mm	\$ 35.00

Croissance de la mye commune au Québec

Giguère, M., S. Brulotte, L. Chevarie, B. Myrand, M.-F. Dréan

La croissance en taille et la croissance pondérale d'organismes sont des variables primordiales en aquaculture car elles ont un impact direct sur la rentabilité des entreprises maricoles. La productivité des sites aquacoles dépendra de la qualité des organismes mis en élevage et des qualités environnementales des sites de production. Cette présentation vise à faire le point sur les connaissances acquises sur la croissance de la mye commune au Québec. Les résultats présentés proviennent de trois expériences indépendantes, réalisées depuis l'année 2000 en collaboration avec les instances gouvernementales et l'industrie.

Des travaux ont été réalisés en bassin à l'Institut Maurice-Lamontagne afin de mettre au point les protocoles expérimentaux et d'identifier les variables d'intérêts pour le suivi et l'évaluation de la croissance de la mye. Les variables les plus sensibles ont par la suite fait l'objet d'une évaluation plus approfondie en bassin et sur le terrain. Trois classes de taille de myes provenant de différents stocks répartis entre l'estuaire du Saint-Laurent, la Gaspésie et les Îles-de-la-Madeleine

ont été testées en bassins et sur le terrain. Les myes ont été marquées individuellement au début des travaux. Des mesures individuelles ont été prises au départ puis périodiquement sur une période d'une année. Les résultats obtenus lors de ces travaux montrent que la croissance de la coquille varie entre les individus, qu'elle est plus accentuée chez les jeunes individus que chez les adultes et varie en fonction du site d'élevage. Par contre, les résultats obtenus ne montrent pas de différence entre les stocks testés.

Quelques résultats des travaux réalisés aux Îles-de-la-Madeleine par le programme MIM ont été présentés. Ces travaux visaient, entre autres, à approfondir les connaissances de la croissance chez la mye via des transferts réciproques entre différents sites. Des myes de 15 à 25 mm provenant de six sites ont été marquées individuellement puis réparties sur chacun des sites. Des mesures de la coquille ont été prises au début de l'expérience en juin, puis en octobre de la même année, soit après cinq mois de croissance. Les résultats de ces travaux affichent un accroissement de 1 à 7 mm après cinq mois de croissance, aucune différence évidente entre les stocks testés, mais une différence marquée entre les sites de croissance. Parmi les sites évalués, le Sandy Hook et le site myicole de Havre-aux-Maisons semblent les plus performants.

Les résultats de travaux réalisés par le Comité côtier Les Escoumins à la rivière Betsiamites en collaboration avec des biologistes de l'Institut Maurice-Lamontagne et visant à mesurer la variabilité spatiale du rendement en chair ont également été présentés lors de cet atelier. Le rendement a été évalué sur 30 myes de 50 à 60 mm de longueur provenant de 16 gisements de la rive nord de l'estuaire du Saint-Laurent. Les rendements mesurés ont varié de 20 à 28 %. Il n'y avait pas de différence significative de rendement entre les 16 gisements évalués.

Ces trois études démontrent que la croissance de la mye commune est liée à la taille initiale des organismes et au site d'élevage, mais que la croissance ne serait pas dépendante du stock. Cet effet du site est notable à grande échelle géographique, mais également à très petite échelle. Sur la rive nord de l'estuaire du Saint-Laurent, soit à une échelle spatiale restreinte, le rendement en chair est similaire pour des myes de même taille. La majorité des résultats présentés font ressortir l'importance du choix du site afin de maximiser la rentabilité de l'élevage de la mye.

Physiology and genetic of soft-shell clam from Havre-aux-Basques and Havre-aux-Maisons in Magdalen Islands (How to evaluate growth potential of soft-shell clams, *Mya arenaria*, seed?)

Tremblay, R., F. Pernet, B. Myrand, L. Chevarie, S. Belvin, J.-M. Sévigny

Introduction

Environmental conditions are known to have a major impact on growth of bivalves (Myrand & Gaudreault 1995). Specifically, food availability and quality are major determinants of growth rate in bivalves (Fréchette & Bourget 1987) as well as temperature (Seed & Richardson 1990). However, biological factors such as the genetic characteristics

of bivalves, their reproductive status and the presence/absence of pathogens and parasites in their tissues also play a critical role in growth rate. Two very different methods have usually been utilized to compare growth potential of different bivalve stocks: measurements under similar and «controlled» laboratory conditions and reciprocal transfers of the different stocks to several growing sites corresponding to the sites of origin of the experimental stocks (Honkoop *et al.* 2003). As this approach needs time and labour (e.g. tank maintenance), physiological indices as the scope for growth (SFG) have been developed as a surrogate. The SFG is an estimate of the energetic balance of an organism. It integrates all processes related to energy gain (filtration and assimilation processes) and losses (oxygen consumption and excretion process) and thus provides an estimate of the quantity of energy available for growth and reproduction (Widdows & Johnson 1988). SFG is a reliable predictor of the growth rate and also a good indicator of the general condition and «fitness» of an organism.

Genetic differentiation is a result of reproductive isolation or of a selective process during larval or post-larval stages. Many marine invertebrates go through a planktonic larval stage during their life history. The duration of this larval stage influences the capacity for dispersal though passive drifting along with the currents. As a result, larval periods extending over weeks and even months periods promote the formation of large, homogeneous and randomly mating populations (Palumbi 1992). However, some genetic structure has been revealed in many invertebrate species having a relatively long planktonic larval phase (David *et al.* 1997, Kyle & Boulding 2000). Thus, bivalves taken from bays close to each other may show differences in genetic and phenotypic (growth and survival) characteristics as for mussels from the Magdalen Islands (Tremblay *et al.* 1998). In these studies, mussels from two lagoons were shown to be genetically differentiated when compared for their multi-locus heterozygosity level and their basal metabolism. The stock with higher heterozygosity and lower basal metabolism showed an energetic advantage in stressful conditions.

Presence of non-lethal pathogens could modify the physiology and the energy allocation of animals and thus, decrease their growth rate. For example, the digestive cells are responsible for the intracellular digestion of food and are also used to store metabolic reserves (Thompson *et al.* 1974). The presence of pathogens in the digestive tissues could create mechanical obstacles to the absorption of nutrients and intracellular digestion which may interfere with growth of animals. Furthermore, a high load of parasites may be observed in bivalves gills (Robledo *et al.* 1994). Such parasites may decrease ventilation and filtration activities of bivalves as demonstrated for the crabs *Pinnotheres* and its mussel host, *Mytilus glycymeris* (Ward & Langdon 1986). As a result the limited capacity of nutriment acquisition would lead to decreased growth.

The aim of this study was to evaluate whether two *Mya arenaria* stocks inhabiting two nearby lagoons with different water exchange with open sea show differences in their growth potential. We have combined reciprocal transfers in the field and SFG measurements in laboratory conditions to compare growth potential. Genetic characteristics were evaluated with multilocus allozyme markers while reproductive and pathological status were characterized from histological slides. Allozyme variations have been largely used to link genetic characteristics (multiple locus heterozygosity) and fitness. Thus, heterozygosity could be used as an indicator of performance parameters such as growth and other phenotypic traits.

Materials and methods

Two semi-closed lagoons were chosen for this experiment in the Magdalen Islands (fig. 1): Havre-aux-Maisons (HAM) and Havre-aux-Basques (HB) lagoons. They are close to each other and are both colonized by a local stock of soft-shell clams, *Mya arenaria*.

Forty (40) clams from each 5-mm size class (between 10-49 mm for HAM and 10-39 mm for HB) were harvested manually for a total of 320 HAM clams and 240 HB clams. They were all measured and numbered with Brite-MarkTM markers as used by Byers (2002). Clams were then kept in a tank supplied with unfiltered sea-water for two days before re-seeding in a stock-site reciprocal transfer design.

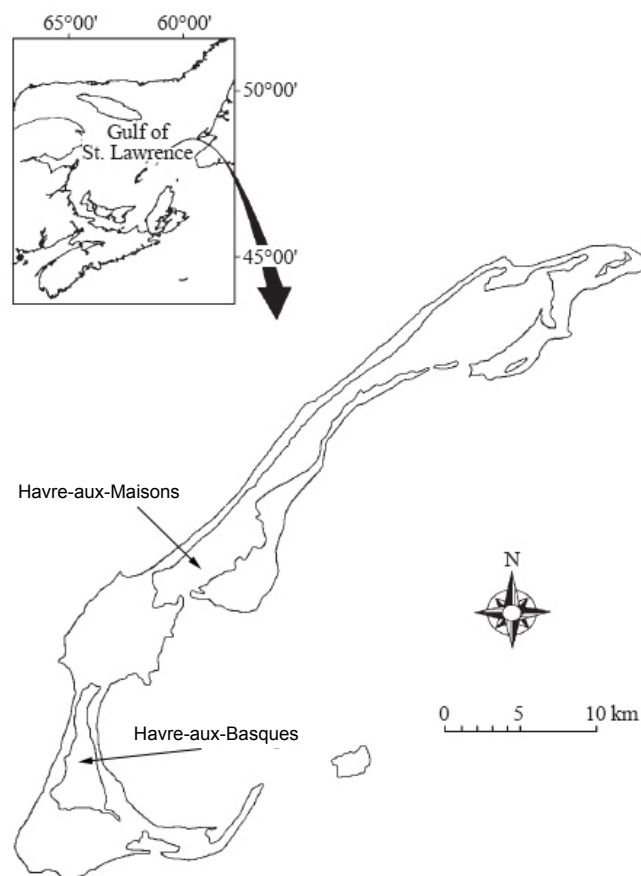


Figure 1. Map of the study area in the Magdalen Islands in the Gulf of St. Lawrence (Canada) and the two semi-closed lagoons used in this experiment (Havre-aux-Maisons = HAM and Havre-aux-Basques = HB).

For scope for growth determination, six metabolic chambers were used in parallel for 5 individual clams and one blank control (empty shells). The clearance rate was measured first using a static system in which the decrease in particle concentration (algal depletion) was monitored inside the metabolic chambers (Riisgård 1991). The oxygen consumption was determined by sealing the metabolic chambers and measuring the decrease in dissolved oxygen with a YSI (5331)TM polarographic electrode coupled to a YSI analyser. After measurements of clearance rate and oxygen consumption, the animals were returned to the previous aquarium and placed into small individual containers to collect their faeces for the

determination of their absorption efficiency. Assimilation represents the product of ingested energy and absorption efficiency (Widdows & Johnson 1988).

Age determination, histopathologic analysis, reproduction stage determination and genetic variability on nine allozymes were also determined.

Results

Between 57% and 74% of the experimental clams seeded in June were retrieved from the various plots in October with an overall mean retrieval of 69 ± 2 (S.E.)%. Growth has been relatively limited over the 4-mo period (fig. 2). At both sites the growth of the HAM clams was inversely related to their initial size. There were no such relationships for the HB clams, largely because most of them, even among the small individuals, had no growth at all. There was a significant stock x site

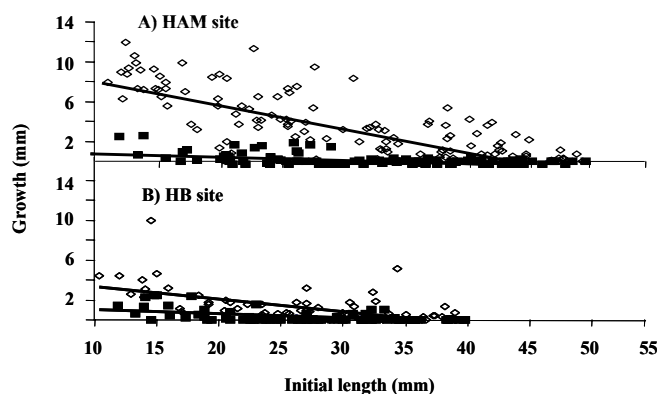


Figure 2. Growth of individually marked soft-shell clams from different length and from two stock origin (HAM and HB) in site of Havre-aux-Maisons (A) and Havre-aux-Basques (B) between June 18th and October 22th.

interaction ($F(1, 379) = 40.68$; $P < 0.0001$) for the shell length reached in October using the initial length in June (mean = 30.2 mm) as a co-variable. The LSMEANS of the stock x site combinations were compared (table 1) and the extreme values were observed for the stocks seeded at their sites of origin: the HAM clams at the HAM site reached the largest adjusted mean shell length (33.8 mm) while the HB clams at the HB site had the smallest (30.2 mm). A poor growth was observed for both stocks when seeded at the HB site.

Table 1 : Mean shell length ($\pm$ S.E.) of soft-shell clams in October 2002 for different stock x site combinations. Shell lengths were compared with an ANCOVA using the initial shell length in June 2002 (mean = 30.2 mm) as a covariable. There was a significant stock x site interaction, so that *post-hoc* comparisons were performed on the LSMEANS. A sequential Bonferroni correction was applied to keep an overall α level = 0.05. HAM = Havre-aux-Maisons, HB = Havre-aux-Basques.

Treatment (stock – site)	Length (mm)
HAM - HAM	$33.8 \pm 0.1a$
HB - HAM	$31.0 \pm 0.2b$
HAM - HB	$30.9 \pm 0.2b$
HB - HB	$30.2 \pm 0.2c$

Oxygen consumption differed significantly only according to the size class (fig. 3 and table 2) with a higher consumption

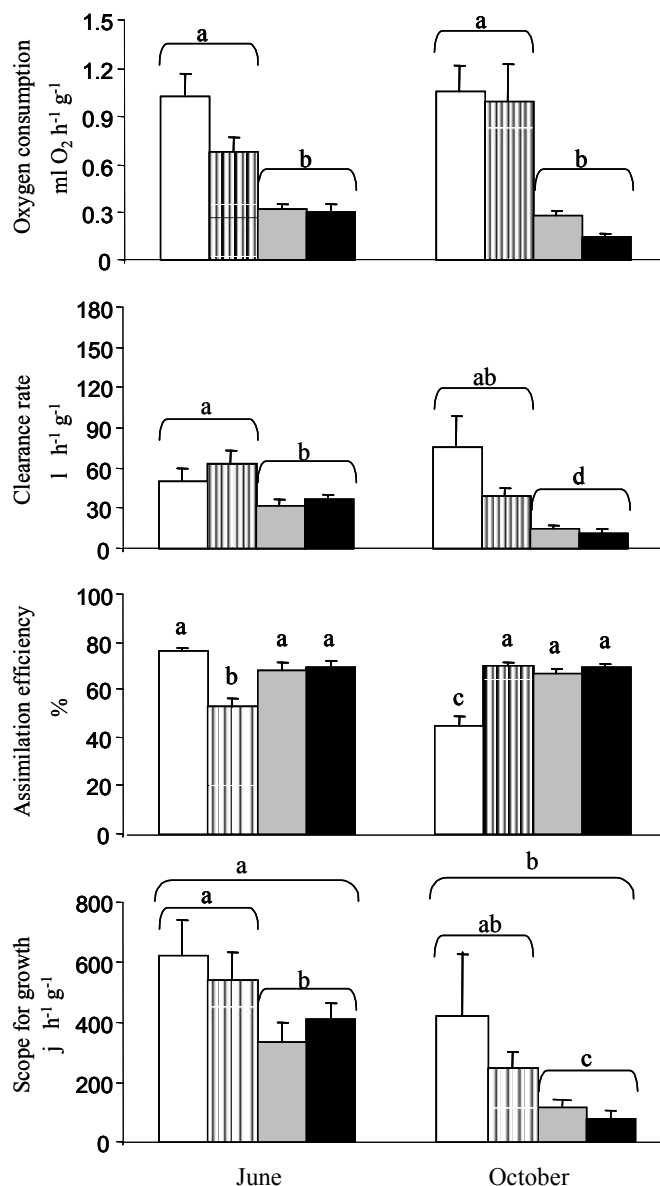


Figure 3. Variation of the components of scope for growth for clams from two cohorts and stocks (small and large from Havre-aux-Maisons and small and large from Havre-aux-Basques). Significant differences among sampling are indicated by different letters ($p < 0.05$) Mean $\pm$ SE.

for the small clams (15-25 mm) relatively to the large ones (30-40 mm). There were no significant interactions between experimental factors and also no significant differences between the stocks and the periods. Clearance rate followed the same pattern according to the size class with higher food consumption for the small clams in comparison to the large ones (fig. 3 and table 2). In contrast to the oxygen consumption and the clearance rate, the assimilation efficiency showed significant interactions between all factors. Further, there were significant differences between periods and size classes. However, no clear pattern could be identified for the observed variations in assimilation efficiency. Finally, SFG which integrates the three preceding physiological measurements showed significant differences only according to the periods and the clam's size classes. SFG was higher in June than in October. It was also higher for the small clams than for the large ones. Interestingly, no significant differences were observed between the stocks.

Table 2. ANOVAs with time (June and October), site (Havre-aux-Maisons and Havre-aux-Basques) and length (15-25 or 30-40mm) effect on oxygen consumption, clearance rate, assimilation efficiency and scope for growth of Soft-shell clam *Mya arenaria*. Data have been log transformed and bold indicate significant differences.

Dependant variables	Source	DF	SS	F	P
Oxygen Consumption	Date	1	0.03	0.19	0.661
	Stock	1	0.60	3.37	0.078
	Date×Stock	1	0.34	1.93	0.168
	Length	1	7.40	41.87	<0.001
	Date×Length	1	0.91	5.09	0.077
	Stock×Length	1	0.09	0.52	0.473
	Error	77	13.61		
	Total	84	57.29		
Clearance rate	Date	1	137.71	0.11	0.746
	Stock	1	497.01	0.38	0.538
	Date×Stock	1	5674.29	4.36	0.060
	Length	1	24938	19.9	<0.001
	Date×Length	1	21.12	0.02	0.899
	Stock×Length	1	1515.55	1.16	0.284
	Error	77	100074		
	Total	84	278077		
Assimilation Efficiency	Date	1	1245.54	12.93	<0.001
	Stock	1	182.67	1.89	0.173
	Date×Stock	1	6073.93	63.05	<0.001
	Length	1	3827.59	39.73	<0.001
	Date×Length	1	704.92	7.32	0.008
	Stock×Length	1	1364.32	14.16	<0.001
	Error	77	7418.19		
	Total	84	361377		
Scope for growth	Date	1	1624642	25.92	<0.001
	Stock	1	112139	1.79	0.185
	Date×Stock	1	18797.31	0.30	0.586
	Length	1	472452	2.75	<0.001
	Date×Length	1	5011.85	0.08	0.778
	Stock×Length	1	45010.50	0.72	0.399
	Error	77	4825703		
	Total	84	16755334		

For a similar length the HB clams were clearly older than the HAM clams (fig. 4). The age of the small (15-25 mm) clams was estimated to 1+ - 3+ and 0+ - 2+, respectively. The larger individuals (30-40 mm) were older with 3+ - 6+ for the HB clams and 1+ - 4+ for the HAM clams.

Common pathogens usually associated with bivalves in Atlantic Canada were found in both stocks (table 3). The prevalence of Metacercaria in the conjunctive tissue of the foot varied between 3 and 10%, with lower values in HB clams compared to HAM clams. Basophilic microcolonies called Rickettsia-like organisms (RLO) were observed in the epithelial cells of the digestive tubules with prevalence > 40% except in October where level decrease until (26.7%) in HAM clams. Gill ciliates

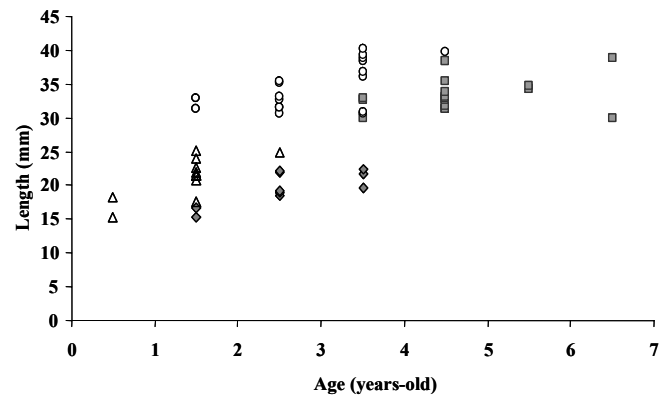


Figure 4. Mean length variation of clam from different years-old from two cohorts and stocks (small and large from Havre-aux-Maisons and small and large from Havre-aux-Basques).

Table 3. Prevalence of pathogens (%) from histopathological analyses of soft-shell clams from lagoons of Havre-aux-Maisons (HAM) and Havre-aux-Basques (HB) in spring and autumn.

Pathogens	Havre-aux-Maisons		Havre-aux-Basques	
	June	October	June	October
Metacercaria	6.7	10.0	3.3	3.3
Rickettsia	46.7	26.7	42.0	41.7
Ciliate	20.0	45.0	13.3	83.3
Metaplasia	10.0	43.5	25.0	56.7
Haemic neoplasia	0	0	0	0

were also present and increased with seasons, particularly in HB where prevalence were over 80% in October. Nevertheless, no host responses were observed. Metaplasia showed the same pattern as gill ciliates for both stocks with a low prevalence in spring followed by an important increase in fall, particularly in HB stock. No clams were infected with haemic neoplasia. Histological data of gonad development in clams indicate no differences between sites, with ripe gametogenesis stage in June and rest stages in October.

Allelic frequencies were compared at each locus for both stocks and both size-classes (table 4). No significant differences have been found in allelic frequencies between small and large HB clams while a significant difference between both size classes of HAM clams was found but only at the Pgm* locus ($X^2 = 5.62$, $P=0.03$). In pooling values of each size class by stock, we detect significant differences between stock for several loci: Mpi*, Apk*, Idh*, Fum*, Lap-1*, Lap-2* and Aat*. Thus, significant differences were observed mainly between both stocks (HAM vs HB). The proportion of observed heterozygotes over all loci (H_o) showed marked deviations from the Hardy-Weinberg expectations for both stocks at 7 and 5 loci for small and large clams, respectively. So, there were deficits in heterozygotes since the observed values, H_o , (0.23-0.30) were lower than the expected values, H_e , (0.35-0.44). The degree of heterozygosity (mean number of heterozygous loci per individual) was compared and no significant differences were observed (table 5). However, the degree of heterozygosity was relatively low with values ranging between 2.08 and 2.22 compared to a possible maximum value of 8 (when all loci are heterozygous).

Table 4: Allelic frequencies, observed (Ho) and expected (He) heterozygosities at 9 polymorphic loci for clams from the two cohorts and two stocks (Havre-aux-Maisons, HAM and Havre-aux-Basques, HB) at the onset of stock-sites experiment. D = coefficient of heterozygote deficiency or excess. P = probability of a significant excess or deficiency in heterozygotes.

Locus / alleles	Small cohort		Large cohort	
	HAM	HB	HAM	HB
Length (mm±SE)	22.0±1.6	23.6±2.5	34.6±0.7	33.4±1.0
Mpi-1*				
A	0.32	0.45	0.25	0.45
B	0.38	0.52	0.39	0.51
C	0.30	0.03	0.36	0.04
Ho	0.36	0.41	0.41	0.48
He	0.66	0.53	0.66	0.53
D	-0.46	-0.23	-0.39	-0.11
P	<0.001	0.170	0.005	0.659
n	58	58	59	61
Apk-1*				
A	0.72	0.95	0.81	0.93
B	0.28	0.05	0.19	0.07
Ho	0.28	0.03	0.14	0.07
He	0.40	0.10	0.30	0.12
D	-0.32	-0.65	-0.56	-0.47
P	0.015	<0.001	<0.001	<0.001
n	58	58	59	61
Idh-1*				
A	0.77	0.49	0.78	0.55
B	0.23	0.51	0.22	0.45
Ho	0.21	0.22	0.24	0.21
He	0.44	0.50	0.34	0.50
D	-0.53	-0.56	-0.31	-0.57
P	<0.001	<0.001	0.014	<0.001
n	58	58	59	61
Pgm-1*				
A	0.00	0.01	0.03	0.01
B	0.97	0.93	0.89	0.94
C	0.03	0.06	0.08	0.05
Ho	0.05	0.14	0.19	0.12
He	0.05	0.13	0.20	0.11
D	0.02	0.06	-0.08	0.04
P	0.869	0.599	0.649	0.661
n	58	58	59	61

Table 5. Mean (± S.E.) of heterozygosity degree of soft-shell clams from small and large cohorts in lagoons of Havre-aux-Maisons (HAM) and Havre-aux-Basques (HB).

	Small cohort		Large cohort	
	HAM	HB	HAM	HB
Heterozygosity	2.22 ± 0.16	2.10 ± 0.15	2.15 ± 0.15	2.08 ± 0.16
Number of individuals	55	58	55	61

Discussion

Growth was significantly higher for the HAM clams than for the HB clams when seeded at their own sites of origin. Indeed, several HB clams had no growth over a 4-mo period at their site of origin. A larger stock x site transfer experiment (6 stocks x 6 sites) confirmed the very low productivity of the HB site (Chevarie & Myrand 2004) which is clearly not a productive habitat for clams, probably because this nearly closed lagoon has very limited water exchanges with the open sea. The HB clams are also unsuitable candidates for culture because of their limited growth. Their transfer to a better site (HAM) improved their growth over a 4-mo period but only to a limited extent. Growth was influenced by an environmental (site) as well as by biological (stock) factors. As a consequence, it is not surprising

Fum-1*				
A	0.75	0.85	0.83	0.89
B	0.25	0.15	0.17	0.11
Ho	0.16	0.16	0.24	0.15
He	0.38	0.25	0.28	0.19
D	-0.59	-0.39	-0.16	-0.23
P	<0.001	0.003	0.197	0.061
n	58	58	59	61
Lap-1*				
A	0.29	0.14	0.26	0.13
B	0.48	0.57	0.62	0.53
C	0.23	0.29	0.12	0.34
Ho	0.35	0.38	0.39	0.38
He	0.63	0.57	0.54	0.59
D	-0.46	-0.34	-0.29	-0.37
P	<0.001	0.020	0.042	0.006
n	55	58	57	61
Lap-2*				
A	0.27	0.06	0.32	0.05
B	0.73	0.93	0.67	0.94
C	0.00	0.01	0.01	0.01
Ho	0.12	0.16	0.28	0.12
He	0.34	0.18	0.45	0.11
D	-0.65	0.09	-0.39	0.04
P	<0.001	0.016	0.003	0.661
n	58	58	58	61
Aat-1*				
A	0.60	0.67	0.53	0.72
B	0.40	0.33	0.47	0.28
Ho	0.29	0.24	0.43	0.23
He	0.48	0.44	0.50	0.40
D	-0.40	-0.46	-0.14	-0.43
P	<0.001	<0.001	0.272	<0.001
n	58	58	58	61
Est-1*				
A	0.65	0.55	0.61	0.56
B	0.19	0.28	0.26	0.25
C	0.16	0.17	0.13	0.19
Ho	0.45	0.35	0.37	0.34
He	0.52	0.59	0.54	0.59
D	-0.14	-0.42	-0.32	-0.42
P	0.617	<0.001	0.051	<0.001
n	58	58	59	61
All loci				
Ho	0.25	0.23	0.30	0.23
He	0.44	0.37	0.43	0.35

that for a similar size the HB clams sampled at the HB site were older than the HAM clams sampled at the HAM site. Growth was higher for smaller clams and this inverse length-growth relationship was better exemplified by the HAM clams seeded at the HAM site. In bivalves, this inverse relationship is well-documented and is largely explained by the higher amount of energy invested by mature and large individuals into reproduction relatively to somatic production (Worral & Widdows 1984, Peharda *et al.* 2003). The observed growth of few juvenile HAM clams seeded at the HAM site was similar to the mean growth reported in Maine with 12-mm soft-shell clams produced in hatchery and then seeded on a mudflat. That could be explained partly by the duration of the experimental periods in both studies: 8 months in Maine vs 4 months in the Magdalen Islands.

Some physiological components like oxygen consumption and clearance rate and the resulting scope for growth were affected by clam size with higher values for small (15-25 mm) compared to large (30-40 mm) individuals. The higher values in June for both stocks are probably related to some extent to ovocyte maturation as already observed on other bivalves (Bayne *et al.* 1977, Deslous-Paoli *et al.* 1987). Although the Scope for growth (SFG) measurements and the actual growth rates in field conditions should be in close correspondence,

they provided different pictures in the present study. While the SFG measurements could not find any difference between the growth potential of both stocks under laboratory conditions, the stocks x sites transfers clearly showed a difference between both stocks. In this experiment, growth was not compared in a «neutral» unfamiliar environment for both stocks as for SFG measurements but instead at their own site of origin and in the environment inhabited by the other stock. As the gonads of the soft-shell clams from both stocks were in a ripe condition in early June, our results could suggest that at this time of the year the older HB clams invest more energy in egg production than the HAM clams of similar size which invest possibly more energy in shell growth.

Common pathogens to bivalves from Atlantic Canada were found in clams sampled in June and October at both HAM and HB sites but these are not considered as disease threats (McGladdery *et al.* 1993). Differences in the prevalence of pathogens in both stocks, particularly in October, could explain at least partially the absence of relationship between SFG estimates and actual growth measurements.

Each studied locus showed a low level of polymorphism (only 2-3 alleles per locus) which could suggest a limited potential for genetic adaptation of soft-shell clams to environmental changes (Toro & Aguila 1995). However, *Mya arenaria* is known for its high tolerance to a wide range of environmental conditions (Petersen *et al.* 2003) and is generally considered as a successful colonizer (Strasser 1999). The low level of gene polymorphism observed in the present study is in agreement with Lasota *et al.* (2004) and contradicts the previous hypothesis about limited potential for genetic adaptation. In fact, there was a significant genetic difference in the allelic frequencies at several loci between HAM and HB stocks in this study. There are no data linking differences in allozyme biochemistry to variations of in vivo cellular physiology and so until allozyme variation can be mechanistically linked to fitness variation in nature. Despite the inherent difficulties to link allozymes and physiology, some studies have succeeded to link genetic variation at allozyme loci and fitness variation in nature. In the mussel *Mytilus edulis* allele variability of the Lap locus was shown to be related to salinity in an estuary (Koehn & Hilbish 1987). Furthermore, the main allele of the Aat locus of a marine snail, *Littorina saxatilis*, in the surf zone part of the population have been eliminated by a bloom of a toxin-producing microflagellates (Johannesson *et al.* 1995). In this study, there was variability in allelic frequencies of enzymes associated to salinity tolerance (Lap-1* Lap-2*) and cellular bioenergetics (Mpi*, Apk*, Idh*, Fum*).

The HAM clams had a higher growth rate than the HB clams under similar field conditions but this difference could not be related to differences in heterozygosity level measured from allozymes. Indeed, the degree of heterozygosity (number of heterozygous loci per individual) of both stocks was not significantly different and both had similar deficits in heterozygotes. The low polymorphism at each locus and the presence of a dominant allele at each locus which was usually found at a frequency of 60-90% probably explain the observed low heterozygosity for both stocks. Indeed a high degree of heterozygosity is difficult to obtain when markers lack variability due to a low level of possible heterozygote combinations.

In conclusion, the difference in growth between HAM and HB clams in natural conditions was not in agreement with their measured scope for growth in laboratory conditions.

The observed differences in growth could not be explained by differences in physiological measurements. However, it is possible that both stocks actually have a similar potential for growth under identical and unfamiliar environments like laboratory conditions. In contrast, growth rate was different in field conditions possibly because reciprocal transfers compared both stock at each site which means comparing the local well-adapted stock to the experimental site to the other stock (unfamiliar to this environment).

References :

- Bayne BL, Widdows J, Newel RIE (1977) Physiological measurements on estuarine bivalve molluscs in the field. In: Keegan, O'Ceidigh and Boaden (ed) Biology of benthic organisms. Pergamon Press, Oxford and New York, p 57-68.
- Beal BF, Vencile KW (2001) Short-term effects of commercial clam (*Mya arenaria* L.) and worm (*Glycera dibranchiata* Ehlers) harvesting on survival and growth of juveniles of the soft-shell clam. J. Shell. Res. 20:1145-1157.
- Chevarie L, Myrand B (2004) Aquaculture potential of soft-shell clam (*Mya arenaria*) populations in Iles-de-la-Madeleine (Southern Gulf of St. Lawrence) using reciprocal transfers to characterize growth performance. AAC Spec. Publ. no. 8:34-37.
- David P, Perdieu M-A, Pernot A-F, Jarne P (1997) Fine-grained spatial and temporal population genetic structure in the marine bivalve *Spisula ovalis*. Evolution 51:1318-1322.
- Deslous-Paoli JM, Heral M, Gouilletquer P, Boromthanarat W, Razet D, Garnier J, Prou J, Barillet L (1987) Evolution saisonnière de la filtration de bivalves intertidaux dans les conditions naturelles. Oceanis 13:575-579.
- Fréchette M, Bourget E (1987) Significance of small-scale spatio-temporal heterogeneity in phytoplankton abundance for energy flow in *Mytilus edulis*. Mar. Biol. 94:231-240.
- Honkoop PJC, Bayne BL, Underwood AJ, Svensson S (2003) Appropriate experimental design for transplanting mussels (*Mytilus* sp.) in analyses of environmental stress: an example in Sydney Harbour (Australia). J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 197:253-268.
- Johannesson K, Johannesson B, Lundgren U (1995) Strong natural selection causes microscale allozyme variation in a marine snail. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 92:2602-2606.
- Koehn RK, Hilbish TJ (1987) The adaptive importance of genetic variation. Am. Sci. 75:134-141.
- Kyle CB, Boulding EG (2000) Comparative population genetic structure of marine gastropods (*Littorina* spp.) with and without pelagic larval dispersal. Mar. Biol. 137:835-845.
- Lasota R, Hummel H, Wolowicz M (2004) Genetic diversity of European populations of the invasive soft-shell clam *Mya arenaria* (Bivalvia). J. Mar. Biol. Ass. U.K.
- Myrand B, Gaudreault J (1995) Summer mortality of blue mussels (*Mytilus edulis* Linnaeus, 1758) in the magdalen islands (southern gulf of the St-Lawrence, Canada). J. Shellfish Res. 14:395-404.
- Palumbi SR (1992) Marine speciation on a small planet. Tree 7:114-118.
- Peharda M, Soldo A, Pallaoro A, Matic S, Cetinic P (2003) Age and growth of the Mediterranean scallop *Pecten jacobaeus* (Linnaeus 1758) in the northern Adriatic Sea. J. Shell. Res. 22:639-642.
- Petersen JK, Sejr MK, Larsen JEN (2003) Clearance rates in the Arctic bivalves *Hiatella arctica* and *Mya* sp. Polar Biology 26:334-341.
- Riisgård HU, Kittner C, Seerup DF (2003) Regulation of opening state and filtration rate in filter-feeding bivalves (*Cardium edule*, *Mytilus edulis*, *Mya arenaria*) in response to low algal concentration. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 284:105-127.
- Robledo JAF, Santarem MM, Figueras A (1994) Parasite loads of rafted blue mussels (*Mytilus galloprovincialis*) in Spain with special reference to the copepod, *Mytilicola intestinalis*. Aquaculture 127:287-302.

- Seed R, Suchanek TH (1992) Population and community ecology of *Mytilus*. In: Gosling E (ed) The mussel *Mytilus* : ecology, physiology, genetics and culture. Elsevier, London, p 87-170.
- Strasser M (1999) *Mya arenaria* - an ancient invader of the North Sea coast. Helgoland Mar. Res. 52:309-324.
- Thompson RJ, Ratcliffe NA, Bayne BL (1974) Effects of starvation on structure and function in the digestive gland of the mussel (*Mytilus edulis* L.). J. Mar. Biol. Ass. U.K. 54:699-712.
- Toro JE, Aguila PR (1995) Genetic differentiation of populations of the oyster *Ostrea chilensis* in southern Chile. Aquat. Living Resour. 9:75-78.
- Tremblay R, Myrand B, Sévigny J-M (1998) Genetic characterization of wild and suspension-cultured blue mussels (*Mytilus edulis* Linnaeus, 1758) in the Magdalen Islands (southern gulf of St. Lawrence, Canada). J. Shellfish Res. 17:1191-1202.
- Vahl O (1978) Seasonal changes in oxygen consumption of the Icelandic scallop (*Chlamys islandica* (O.F. Müller)) from 70°N. Ophelia 17:143-154.
- Widdows J, Johnson D (1988) Physiological energetics of *Mytilus edulis*: Scope for growth. Mar. Ecol. Prog. Ser. 46:113-121.
- Worral CM, Widdows J (1984) Investigation of factors influencing mortality in *Mytilus edulis* L. Mar. Biol. Letters 5:85-97.

Sommaire des discussions concernant l'approvisionnement

Techniques d'approvisionnement en suspension

Les techniques d'approvisionnement en suspension fonctionnent bien au Nouveau-Brunswick dans les sites à faible salinité.

Les poches à oignons ne sont pas adéquates pour le captage. Aux Îles-de-la-Madeleine les résultats avec les sacs à oignons n'ont pas été bons. La présence de moules étaient trop abondante et le tri devenait très laborieux. Le problème vient de ce que les myes et les moules pondent en même temps. Peut-être faudrait-il immerger les sacs plus tardivement, après la ponte des moules (en octobre, par exemple), mais encore faut-il que les myes soient en ponte.

Au Nouveau-Brunswick, dans les poches à oignons, les myes d'une certaine taille sont victimes d'un taux élevé de prédation. Le meilleur moment pour l'immersion des poches à oignon est à la fin juillet.

La cage « Noël » est munie d'un moustiquaire noir qui peut faire la différence, car les moules évitent les surfaces noires. Ceci a grandement diminué l'abondance de moule. La cage « Noël » a aussi l'avantage d'être facile à construire et peu coûteuse.

Les structures avec des surfaces foncées semblent donner de meilleurs résultats : cages « Noël », pneus, sacs noirs.

Transferts

Au Maine, les myes transférées du haut vers le bas de l'estran démontrent un gain de croissance.

Captage benthique

Les tempêtes qui entraînent une transformation physique de la batture peuvent modifier la dynamique de captage du site. Par exemple, un site qui présentait un bon recrutement année

après année a vu ses performances diminuer après qu'une tempête ait modifié la dune protectrice.

Le captage benthique n'est pas efficace partout. Par exemple, seuls de piètres résultats ont été obtenus sur les battures dynamiques.

Le fait de « peigner » la batture précédant la période de recrutement a donné des résultats mitigés. Cette action ralentit le courant ce qui peut parfois accroître le dépôt de larves sur le substrat.

Les tentes en filet ralentissent aussi le courant ce qui peut accroître le dépôt de larves sous celles-ci. Les filets nécessitent un seul nettoyage pendant la période de mai à décembre pour les débarrasser de salissures. Trois personnes peuvent nettoyer 35 filets (35' x 8') en 4 heures. Les filets anti-prédateurs sont préférés aux filets de captage, car ils demandent moins d'entretien (nettoyage).

Le captage sur les collecteurs benthique provient possiblement de myes déplacées sur la batture en plus de la fixation des postes larves. Le sujet fait actuellement l'objet d'une thèse.

Production en éclosion

Les coûts annuel d'opération de l'éclosion de la municipalité de Beals sont d'environ 120 000 \$ US incluant les productions de pétoncles, homards et myes.

Des transferts entre une éclosion du Maine et le Canada pourraient être problématiques compte tenu de la législation actuelle. Le contrôle des transferts est important, car il existe un risque réel. La question de biodiversité pourrait aussi être problématique avec une production en éclosion.

Les myes de plus grande taille sont en demande.

Conclusion

La stratégie d'approvisionnement doit être adaptée au site et à sa dynamique environnementale. Compte tenu qu'il n'y a pas d'éclosion au Québec, et que les méthodes traditionnelle en suspension n'ont donné que de piètres résultats. Aux Îles-de-la-Madeleine, les stratégies préférées sont le captage benthique avec des tapis et les cages « Noël ».

Summary of discussions on juvenile supply

Suspension spat collection

Suspension collection techniques work well in New-Brunswick in sites where salinity is low.

Onion bags are not the best device for spat collection. In the Magdalen Islands, the onion bags did not provide good results. Mussels were too abundant among the clams and sorting was time consuming. The problem is that mussels and clams are spawning during the same period. Maybe the onion bags could be immersed later in the season (in October, for example), after mussel spawning. However, clams have to be in a reproductive period at this time. In New Brunswick, some clams suffer heavy predation in onion bags depending on their size. In New Brunswick, the best period to immerse the onion bags is in late July.

The Noël cage is covered with a black screen which can make a difference because mussels avoid dark areas. As a result, mussel abundance has been greatly reduced in the cages. The Noël cage is also easy to make and cheap.

Structures with dark surfaces seem to provide better success: cages « Noël », tires, black bags.

Transfers

In Maine clams transferred from the upper shore to the lower shore show an improvement in growth.

Benthic spat collection

After storms, recruitment dynamics may be modified when flats suffer physical changes. For example, a site which had shown good recruitment year after year ceased to have good recruitment after a storm modified the protective dune.

Benthic spat collection is not efficient everywhere. For example, only poor results were obtained on dynamic flats.

“Combing” the flats has shown mitigated results. It slows down water current and sometimes enhances larval deposition.

Net tents also slow down water current and thus enhance larval deposition in the sediments beneath. They can be cleaned off fouling only once between May and December. Three people can clean 35 nets (35 feet x 8 feet) in 4 hours. Nets used against predators also increase recruitment and are easier to clean than those for spat collection. Spat collection nets demand much more cleaning which can diminish profitability.

Recruitment may be due to post settlement. This hypothesis is the subject of an ongoing thesis.

Hatchery production

Annual operation cost of Beals hatchery in Maine's is about 120 000 \$US including scallop, lobster and clam productions.

The larger clams are in demand.

Transfers from the hatchery to Canada would be problematic because of legislature. Legislature is beneficial due to risks of neoplasia. The question of biodiversity could also be a problem.

Conclusion

The approach used for juvenile supply must be adapted to the local area and the dynamic environment. In Canada there are no soft-shell clam hatcheries and traditional suspension methods provided only poor and inconsistent results. As a result, the preferred approaches in the Magdalen Islands for seed supply are benthic collection using mats and Noël cages.

Entreposage et préélevage avant ensemencement

Hivernage et préélevage en suspension

Entreposage au Maine

Beal, B. F.

Overwintering soft-shell clam seed

Along the coast of Maine, soft-shell clams have a seasonal period of growth that extends from April to November (Beal 1994). Since production of cultured individuals of *Mya* ends in November as juvenile growth in the wooden floating trays ceases, it was reasonable to plant cultured clam seed during this time. Individuals of *Mya* burrow to a depth in all sediments that relates directly to their shell length (SL). For example, animals > 50 mm SL can burrow to depths > 10 cm whereas clams < 20 mm SL dig more shallowly and can be found in the upper 3 cm of the substrate (Zwarts and Wanink 1989). Burial depth is also related to the type of sediments with burrowing depth much greater in sandy vs. muddy sediments (Zacklan and Ydenberg 1997). Cultured clams planted at sizes of 8-12 mm SL are more likely to burrow to depths < 2 cm (B. Beal, pers. obs.). Since little to no growth occurs during the winter months in Maine, small clams are highly susceptible to being removed from sediments by both abiotic and biotic factors. Investigations conducted at several intertidal mudflats in eastern Maine from 1989 to 1991 (Beal 1991; Beal and Kraus 1991) suggested that seeding cultured clams in the late fall is problematic because surface sediments of many flats can become scoured by ice floes during late January through February. Scouring can displace clams from the intertidal to subtidal areas or crush and kill clams directly. In addition, ice may build up gradually on flats to a thickness of 0.5-1 m (Beal, pers. obs.) and, under these conditions, the upper few centimeters of the flat can freeze to the bottom of the ice sheet. When the ice leaves the flat, it can raft the sediments and its inhabitants away from the flat depending on the direction of the wind and tide. Since it is not possible to predict in late fall which mudflats will be inundated by ice during the winter, deployment of hatchery seed in spring is preferable to planting in the fall. Experiments deploying small clams in November (Beal 1994) showed that if an intertidal area received ice over the winter, survival rates from November to April could range from 0-25%.

From November 1991 to April 1992, a series of manipulative field experiments was conducted to test the interactive effects of clam size and stocking density (volume) on the survival success of cultured juveniles of *Mya arenaria* held at various depths in the water column at two shallow subtidal sites near Beals, Maine. Although most of the methods used to overwinter clams described in Beal *et al.* (1995) are similar to those used today at the Downeast Institute (DEI), the containers are different. Instead of rigid wooden containers lined with a 12.8 mm extruded mesh netting and resembling lantern nets, containers today are similar in size to a commercial lobster trap and are constructed of the same material – vinyl-coated 14-gauge wire. Nine wire mesh shelves spaced 11 cm apart each hold a single 45 cm x 45 cm flexible bag constructed of nylon window screening (aperture ≈ 2 mm). Clam density per

bag depends on size (volume) of clams. For clams between 4-8 mm SL, approximately 1 liter is added to each bag whereas 2-2.5 liters are added to bags containing clams between 8-10 mm SL and 11-13 mm SL, respectively.

From 1991 to 2003, cages were deployed in a protected cove or embayment during November when seawater temperatures are falling and were near 5°C. Each cage was anchored separately by affixing the bottom of the cage to a 20 kg weight. An air-filled buoy was attached to the top of the outside of the cage or pieces of Styrofoam were added to the topmost level to ensure that the overwintering container would rise into the water column a distance determined by the length of rope connecting the anchor to the bottom of the cage (ca. 1-2 m). The best results occurred when the entire cage remained completely submerged for the entire period between November and the following April. Survival rates for clams > 8 mm SL usually were > 90% whereas survival of clams 4-8 mm SL was closer to 80%.

Today at its new hatchery facility, staff from the Downeast Institute for Applied Marine Research & Education (formerly the Beals Island Regional Shellfish Hatchery) overwinter all seed clams in an insulated cement tank (1.5 m deep x 1.5 m wide x 15 m long) that receives a continuous supply of 100-µ filtered ambient seawater. Clam volumes per bag and the wire-trap containers (as described above) are used, except now the overwintering containers and clams are housed inside where they can be observed and cleaned periodically through the winter.

References:

- Beal, B.F. 1994. Biotic and abiotic factors influencing growth and survival in wild and cultured individuals of the soft-shell clam, *Mya arenaria* L., in eastern Maine. Ph.D. Dissertation, University of Maine, 482 p.
- Beal, B.F. 1991. The fate of hatchery-reared juveniles of *Mya arenaria* L. in the field: how predation and competition are affected by initial clam size and stocking density. J. Shellfish Res. 10:292-293.
- Beal, B.F., Kraus, M.G. 1991. The importance of initial size and density on the survival and growth of hatchery-reared individuals of *Mya arenaria* L. J. Shellfish Res. 10:288-289.
- Beal, B.F., Lithgow, C.D., Shaw, D.P., Renshaw, S., Ouellette, D. 1995. Overwintering hatchery reared individuals of the soft shell clam, *Mya arenaria* L.: a field test of site, clam size, and intraspecific density. Aquaculture 130:145-158.
- Zaklan, S.D., Ydenberg, R. 1997. The body size-burial depth relationship in the infaunal clam *Mya arenaria*. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 215:1-17.
- Zwarts, L., Wanink, J.H. 1989. Siphon size and burying depth in deposit- and suspension feeding benthic bivalves. Mar. Biol. 100:227-240.

Overwintering and suspension growout of softshell clams (*Mya arenaria*) in Northeastern Massachusetts

Buttner, J. K., Fregeau, M., Weston, S., McAneney, B.

Juvenile and adult softshell clams (*Mya arenaria*) are overwintered both inside the Cat Cove Marine Laboratory (CCML; 490 m²), home to the Northeastern Massachusetts Aquaculture Center (NEMAC) and operated by Salem State College, and in the adjacent, managed Smith Pool (3.5 ha; 42° 31.800' N, 070° 52.323' W). Additionally, thousands of subadult

clams are over-wintered in the Rowley River (42° 43.325' N, 070° 51.466' W). The CCML serves primarily as a hatchery, spawning and rearing nearly 7-million seed clams since its official opening in 1999 (table 1).

Table 1. Production of softshell clams >2 mm at the Cat Cove Marine Laboratory

Year	Number
2000	30,000
2001	200,000
2002	1,040,000
2003	1,540,000
2004	1,603,000
2005	>2,500,000

Clam maintenance inside the hatchery

Inside CCML, juvenile clams too small for planting (2-12 mm SL; preferred size is 15-20 mm SL), are maintained over-winter in downwellers or upwellers installed as a single or paired series in a fiberglass trough (fig. 1). Juvenile clams are fed the brown algae *Isochrysis* at a target density of 50,000 – 100,000



Figure 1. Eight downwellers in a trough used to over-wintered juvenile clams.

cells per mL. *Isochrysis* along with the green algae *Tetraselmis chuii* and *Nannochloropsis* are cultured on-site in a continuously illuminated algal culture room. The room contains 23 220 L “Kalwal” cylinders of translucent fiberglass that are aerated with atmospheric air provided by an air blower, supplemented with carbon dioxide from a regulated gas cylinder. Survival of juvenile clams has been very good, consistently exceeding 95%.

Adult softshell clams, most commonly broodstock, spend the first part of winter in Smith Pool and are brought into the laboratory 2-2.5 months before spawning is induced. Clams are maintained in fiberglass tanks with a continuous water addition at the rate of 2-3 volume exchanges per week. Each clam is housed individually in a foam support that simulates the mud and sand of its natural habitat; the foam and clam are secured to the tank bottom (fig. 2). Adult clams are fed a mix of *Isochrysis*, *Tetraselmis* and/or *Nannochloropsis* daily.

Labor required to maintain 50-75 adult clams and several thousand juvenile clams (feeding, cleaning, alga production and maintenance) typically takes between 3-6 hours per day. As spawning season approaches in late January/early February labor inputs increase. Survival and breeding success has been

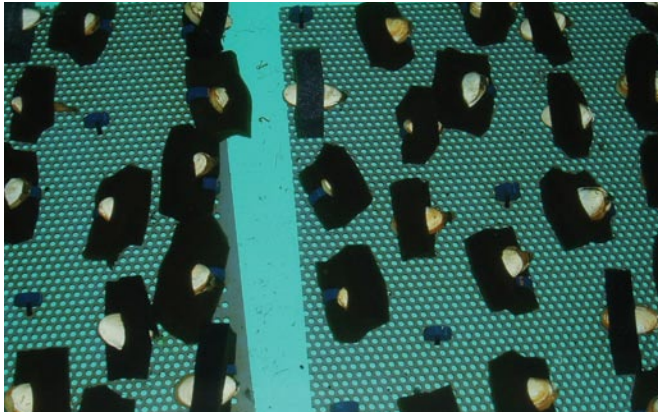


Figure 2. Adult clams are surrounded by foam and secured to the tank bottom.

good, with few broodstock mortalities observed. Adequate planning and preparation can result in successful induction of reproduction in any month.

Clam maintenance outside the hatchery

Most juvenile clams (2-5 mm SL; 6-15 mm SL) over-winter in Smith pool, either placed in floated and anchored wooden boxes (fig. 3) or in spat bags protected by ADPI cages. Periwinkles are added to reduce fouling (fig. 4).



Figure 3. Wooden boxes, floated and anchored in Smith Pool, are used to over-winter small clams.



Figure 4. Periwinkles are placed into mesh-bottom trays stocked with clams to diminish biofouling.

- The smallest clams (2 - 4 mm SL) are placed directly on the 0.75-1.5 mm mesh bottom of wooden boxes at 0.2 – 0.3 L per box (50,000 – 75,000 clams per box).
- Clams ~4 - 6 mm SL are placed in 3 mm mesh spat bags at 0.5 - 1.0 L per bag (~25,000 clams per bag) and protected by ADPI cages.
- Clams 7 - 12 mm SL are placed in 3 mm mesh spat bags at a rate of 2 - 3 L of clams per 1.5 mm mesh bags (~10,000 clams per bag).

Over-winter survival has exceeded 90%, but ice can be problematic as it moves or damages containers. Submergence of the culture container during winter minimizes disruptions due to ice.

Modest numbers of broodstock are over-wintered in a designated intertidal area of Smith Pool. Predator exclusion netting is applied throughout most of the year, but is removed during winter, before ice disrupts it and when green crab abundance is reduced.

Over-wintering of clams in the Rowley River

To avoid ice and storm damage during winter, predator exclusion nets are removed from all culture sites by 1 December as mandated by Towns. Most clams are over-wintered buried in the substrate on tidal flats. A modest number of clams, 10-15 mm SL, are over-wintered in bags placed in cages for support (fig. 5). Six bags are installed per cage (~3,000 clams per bag). Over-wintering of juvenile clams in bags placed in cages represents the only application of suspension growout.



Figure 5. Juvenile clams are over-wintered in bags placed in a protective, supportive cage.

Utilisation des systèmes *Upweller* et *Flupsy*

Prégrossissement des jeunes myes aux Îles-de-la-Madeleine

Myrand, B., L. Chevarie

L'approvisionnement en jeunes myes par captage est maintenant privilégié compte tenu des résultats décevants et récurrents des essais de transfert d'un gisement naturel vers un site d'ensemencement. Cette nouvelle approche nécessite des ajustements dans la façon de faire. En effet, les jeunes myes provenant du captage ont une taille moyenne de l'ordre de 8 mm à l'automne. Elles sont hivernées en suspension dans la colonne d'eau sous le couvert de glace. La croissance est minime pendant la période hivernale en raison de la très basse température de l'eau (-1,5 °C au cœur de l'hiver). Le printemps venu, leur taille est demeurée sensiblement identique que celle de l'automne précédent. On sait qu'il est important d'ensemencer tôt en saison afin que les jeunes myes puissent profiter de la plus longue saison de croissance possible après leur ensemencement. Par contre, semer des myes aussi petites entraîne des pertes majeures dues à la prédation ou la dispersion. En fait, les observations faites récemment suggèrent qu'il faudrait viser une taille de 15 à 20 mm à l'ensemencement pour accroître les chances de succès. Par conséquent, il faut faire croître les jeunes myes rapidement afin qu'elles atteignent la taille visée avant qu'il ne soit trop tard en saison, c'est-à-dire vers le début de août.

Il n'y avait pratiquement aucune information disponible sur le prégrossissement des jeunes myes. Les seules informations recueillies concernaient des espèces comme la palourde, ou les huîtres dont les besoins diffèrent vraisemblablement de la mye commune. De plus, les systèmes étaient utilisés surtout en écloserie-nurserie pour faire croître ces bivalves jusqu'à une taille de 6 à 8 mm. Dans le cas présent, les jeunes myes seraient placées en prégrossissement à une taille de 8 mm, c'est-à-dire à la fin du cycle pour les autres espèces. Les informations concernaient essentiellement des opérations commerciales ou des projets académiques de sorte qu'il y avait très peu de détails opérationnels. Par exemple, quelle densité de bivalves ? Quel débit d'eau dans le système ? Comment entretenir les bivalves et les systèmes de prégrossissement ? C'est dans ce contexte qu'une expérience préliminaire a eu lieu en 2004 afin d'évaluer le potentiel minimal de systèmes de prégrossissement pour la mye commune.

Le projet consistait à comparer les performances d'un système *upweller* et du prélevage en paniers *pearl-net* en lagune. Deux unités de chaque traitement ont été utilisées avec des myes de taille moyenne initiale de 7,4 mm. Les *upweller* étaient localisés dans la salle des bassins de la Station technologique maricole des Îles-de-la-Madeleine (STMIM) située en bordure de la lagune du havre aux Maisons. Chaque « *upweller* » était fabriqué à partir d'un cylindre en ABS de 15 cm de diamètre approvisionné avec de l'eau brute à un débit de 10 ml/sec (photo 1). Les cylindres avaient droit à un entretien limité, soit un simple nettoyage hebdomadaire. Chaque *pearl-net* contenait deux poches en *Nitex* avec une maille de 1 mm (photo 2). Les *pearl-net* étaient suspendus à 1 m de la surface à partir d'une ligne flottante. Les poches étaient nettoyées (changées) à chaque échantillonnage. L'expérience principale s'est déroulée du 3 juin au 27 juillet. Environ 3 600 myes (360 ml) ont été introduites dans chaque structure expérimentale. Il y a eu des



Photo 1 (en haut) Vue de côté des deux *upweller* expérimentaux et (en bas) vue en plongée de l'intérieur d'un cylindre



Photo 2. Panier ou *pearl-net* contenant deux poches en Vexar de mailles de 1 mm.

échantillonnages toutes les deux semaines pour mesurer la croissance des myes et évaluer leur survie.

Les myes placées en *pearl-net* dans des poches de maille de 1 mm n'ont connu aucune croissance pendant la période expérimentale. Les myes placées en *upweller* ont eu une croissance moyenne de l'ordre de 4,9 mm pendant la même période (8 semaines), soit 0,61 mm/semaine. Les pertes furent très minimales dans les deux systèmes.

À la fin de cette expérience, une portion des myes qui avaient été placées dans un des *upweller* y sont demeurées, mais à une densité moindre soit environ 2 500 myes par *upweller*. L'objectif était de documenter de façon très préliminaire le gain en croissance qu'il serait possible d'obtenir en laissant les jeunes myes pour une période plus longue en *upweller*. En parallèle, des jeunes myes qui avaient été gardées en *pearl-net* et qui n'avaient eu aucune croissance ont été transférées en *upweller* à une densité de 3 500 myes par «upwelle». L'idée, cette fois, était de documenter la possibilité d'utiliser le *upweller* pour un deuxième lot de petites myes et la possibilité d'obtenir une croissance intéressante pour des myes qui ont eu au préalable une croissance lente ou nulle si elles étaient placées dans des conditions favorables. L'expérience s'est déroulée du 27 juillet au 10 septembre et a été menée comme précédemment décrit.

Les myes laissées en *upweller* ont poursuivi leur croissance avec un gain supplémentaire moyen de 3,3 mm en semaines ou 0,55 mm/semaine. À la fin de l'expérience, elles mesureraient en moyenne 15,6 mm. Les myes placées d'abord en *pearl-nets* puis en *upweller* ont eu une croissance de 4,1 mm pendant la même période ou 0,68 mm/semaine. Il est donc clair que les myes, même celles qui ont eu une croissance nulle pendant un certain temps, ont pu conserver un potentiel de croissance qui s'exprime lorsqu'elles sont placées en conditions favorables. Le passage des myes en *upweller*, même en fin d'été, fournit une croissance notable. C'est une option qui pourrait être intéressante avec du naissain de captage de l'année, par exemple.

En conclusion, les mailles de 1 mm des sacs placés dans les *pearl-nets* sont probablement trop petites pour permettre la croissance des myes. Une telle approche requiert l'usage de sacs avec des mailles plus grandes pour faciliter la circulation de l'eau. Le *upweller* a démontré un certain potentiel. La mortalité fut minimale et la croissance fut de 0,55 à 0,61 mm/semaine entre le début juin et la mi-septembre. Un minimum d'entretien est requis. Un élément est particulièrement intéressant : il n'y a pas eu de problème avec la fixation de jeunes moules parmi les petites myes en cours de saison. Pourtant, l'eau qui approvisionne les *upweller* est puisée dans la lagune du havre aux Maisons à proximité d'une activité mytilicole non négligeable, ce qui signifie que des millions de moules s'y reproduisent. Il reste à voir comment l'usage de *upweller* pourrait être réalisé à l'échelle commerciale.

The use of Flupsys and Pearl nets in Massachusetts

Grundstrom, J.

The name Flupsy is derived from FLoating UPweller SYstem. The purpose is to grow out infant shellfish to the juvenile stage ready to field plant. The success of the Flupsy operation is dependant on the combination of water flow rate, water temperature and seed density. The greater the flow rate and the lower the water temperature the greater density of seed can be maintained. A well tended eight (8) silo Flupsy is capable of growing out approximately 750,000 clam seed each season.

A Flupsy is generally used as a combination upweller and floating dock. Electrical power is required to operate a small pump to achieve water flow. The typical power requirement is 120 Volt, 6 Amp, alternating current.

The Flupsy operation should begin in early spring with approximately 750,000 infant clams from a hatchery. These small seed clams can be divided equally between two of the eight silos available. The flow must be monitored closely, and the inlet screens kept clean. Frequency of inspection and cleaning must be determined at each individual site.

The seed must be separated into additional silos as they grow until all eight silos are in use (generally after about one month of operation). The inlet screens must be kept clean and the flow monitored through the entire growing season. When the clams are about one half inch in size they are ready to plant UNDER NETS. The clams should be left under the nets, for predator protection, until they have burrowed to a safe depth.

Sommaire des discussions concernant le prélevage et la qualité du naissain

Il n'est pas conseillé d'ensemencer à l'automne car la température froide de l'eau ralentit l'enfouissement des myes et les tempêtes peuvent disperser les petites myes enfouies juste sous la surface. De plus, les battures risquent d'être recouvertes de glace et lorsque la glace est soulevée et emportée, elle entraîne avec elle les myes enfouies à faible profondeur, résultant en 100 % de pertes.

Les coûts de manipulation des juvéniles sont élevés. Toutefois les coûts d'hivernage diminuent après quelques années car les cages utilisées ont une durée de vie de plus de 10 ans.

Les bénéfices de l'utilisation du FLUPSY sont restreints lorsque la température de l'eau limite la croissance.

Le FLUPSY procure un bon environnement de croissance lorsque la température de l'eau est de 20 °C.

Les myes doivent atteindre une taille de 15-20 mm avant d'être ensemencées.

Summary of discussions on seed quality and handling before seeding

Seeding in the fall is not recommended because the cold water slows down the clams burial and the wind storms may disperse the small clams buried in the upper surface sediments. Also,

flats risk being covered with ice and when the ice lifts up and moves away it takes with it the clams buried in the upper surface of the sediments resulting in 100% loss.

Seed handling is expensive but the costs for overwintering become cheaper with time because the cages have a life span of more than 10 years.

Profitability of an upweller is limited when the water temperature limits growth.

The Flupsy can provide good growth at 20°C.

The clams must reach a size of 15 to 20 mm before seeding.

Essais d'ensemencements commerciaux et de revitalisation de gisements

Stock enhancement and commercial culture of clams in Maine

Beal, B. F.

Public stock enhancement of Maine clam flats using cultured seed (8-12 mm SL) began in 1987 with the creation of the Beals Island Regional Shellfish Hatchery. Each year, five to ten coastal communities in Maine seed their flats with juvenile clams reared at the Downeast Institute. Over the past eighteen years, 48 of the 73 communities that actively manage their shellfishing habitat have enhanced their local clam stocks with hatchery-reared seed. The community-based activities have gone hand-in-hand with small-scale applied research projects that have resulted in a mariculture strategy for Maine and the northeast (Beal and Kraus 2002).

Clams between 8-12 mm SL should be planted near the mid to lower intertidal in early April (seawater temperatures 3-5°C) when annual shell growth begins. Clams should be protected with plastic flexible netting (6.4 mm aperture) that will yield an average of 15-30% enhancement depending on tidal height in eastern Maine waters. First year survival rates will approach 80%. In muddy sediments, Styrofoam floats (10 cm diameter x 10 cm thick) should be affixed to the underside of the nets (4.25 m x 6.75 m) to help lift nets off the sediment surface during periods of tidal inundation. Otherwise, netting will interfere with the feeding and growth of clams. Nets are secured in place by digging a furrow (15 cm deep) around the periphery of the seeded plot. The perimeter of the net is placed in the furrow and sediments back-filled. In very sandy sediments, we have found that floats are not necessary and, if they are used, may increase sediment accretion in the plot that may eventually suffocate the clams underneath. Because effects of crowding on soft-shell clams > 30 mm are unknown, a conservative stocking density of 666 m⁻² is appropriate. We have found that at SL's < 30 mm, no significant growth reduction due to intraspecific competition occurred at densities < 1,320 m⁻². By November, shell growth ceases, and, at these stocking densities, mean SL typically approaches 25-30 mm. Because *Mya* burrow deeper in the sediments with increasing SL (Zacklan and Ydenberg 1997), animals that attain these sizes would be found at depths between 5-8 cm, which would insulate them from effects of ice during most winters and help

provide a depth refuge from most predators. Nets should be removed in November or early December before the threat of winter ice occurs. Ice can scour sediments or build up to 1 m thick in the intertidal. Either scenario would result in the loss of or damage to nets that, otherwise, could be reused. In April of the next year, it is not necessary to protect clams planted the previous year because predation rates in the spring and early summer are relatively low for animals > 30 mm SL. At a stocking density of 666 m⁻², a cost of \$25 per 1,000 animals (table 1), and the cost to protect clams with plastic netting, a survival of 60% and wholesale price of \$70 per bushel (= \$1.25 per pound; one bushel = 50 lbs., or 22.73 kg) is necessary to break even.

Table 1. 2005 price list for seed clams reared at the Downeast Institute for Applied Marine Research and Education, P.O. Box 83, Beals, Maine 04611-0083.

SIZE (mm)	Price per 1,000 animals
1-1.49	\$ 4.20
1.5-1.99	\$ 6.00
2.0-4.99	\$ 8.00
5 to 7.9	\$ 20.00
8.0 to 11.9	\$ 25.00
12 to 15	\$ 30.00
> 15 mm	\$ 35.00

Another scenario would be to purchase smaller, less expensive seed clams (ca. 2-3 mm SL). Clams could be grown to transplantable sizes in floating trays, or in land-based or floating upwellers. For communities, this would add an extra year of handling, growing, and overwintering clams before they could be planted in the field. The overhead costs, however, are similar to the costs to purchase 8-12 mm seed outright.

References:

- Beal, B.F., Kraus, M.G. 2002. Interactive effects of initial size, stocking density, and type of predator deterrent netting on survival and growth of cultured juveniles of the soft-shell clam, *Mya arenaria* L. in eastern Maine. *Aquaculture* 208: 81-111.
- Zacklan, S.D., Ydenberg, R. 1997. The body size-burial depth relationship in the infaunal clam *Mya arenaria*. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 215:1-17.

Commercial culture and stock enhancement in Massachussetts

Grundstrom, J.

There are two methods of commercial clam culture in Massachusetts. The stock enhancement for either culture is the same, and the two can coexist with each benefiting from the other.

The basic points for each method are as follows:

1. Create/maintain sufficient brood stock.
2. Capture/transplant abundant seed.
3. Control predators.
4. Adhere to Best Management Practices.

The preferred method of commercial culture is a municipal program. However, it is very difficult to achieve funding for large enhancement projects that benefit only a few people. It is possible to attract volunteers at the onset of a project, but they

soon lose interest if the project becomes too demanding on their time. There is a lack of incentive due to few involved in the enhancement and many involved in the harvest and profit.

The alternative private culture benefit is difficult to convince the general public due to the hunter/gatherer mindset of most coastal inhabitants. However, it is easy to convince people that the benefits (profits) to a private culturist are dependant on the effort put into it.

Those who wish to work at private clam culture can reap substantial benefits

La culture de la mye commune à l'Île-du-Prince-Édouard : production

Landry, T.

Résumé non disponible

Abstract not available

Projet de revitalisation au Parc Kouchibouguac

Leblanc, L.

Résumé non disponible

Abstract not available

Commercial culture on Îles-de-la-Madeleine

Gaudet, M.

Résumé non disponible

Abstract not available

Projet d'élevage à Mingan

Sylvestre, P.

Résumé non disponible

Abstract not available

Évolution de la situation de la mye commune dans la MRC de la Haute-Côte-Nord

Bélisle, J.-M.

Résumé non disponible

Abstract not available

Études expérimentales des conditions d'ensemencement

Experimental studies to optimize seeding success in Maine

Beal, B. F.

Résumé non disponible et autres résumés de l'auteur.

Abstract not available and other abstracts from the author.

Culture de mye ~ Recherche-développement (Île-du-Prince-Édouard)

Landry, T.

Résumé non disponible

Abstract not available

Some experimental seedings with seeding and sampling softshell clams

Buttner, J. K., M. Fregeau, S. Weston, B. McAneney

The Cat Cove Marine Laboratory (Salem, MA; 42° 31.800' N, 070° 52.323' W) officially opened in April 1999. Initial efforts focused on facility operation and softshell clam (*Mya arenaria*) reproduction. As effective management practices solidified, efforts were increasingly directed toward challenges beyond spawning of broodstock and care of larvae/juvenile clams. Four experiments on seeding and sampling of softshell clams have been initiated and advanced to a point where meaningful data have been generated:

- Tagging recently set clams
- Survival and growth of clams in a floating upweller system (Flupsy)
- Survival and growth of clams under predator exclusion netting
- Survival and growth of stocked clams

Tagging recently set softshell clams

The ability to document origin and to monitor condition of hatchery spawned clams is fundamental to assessment. Hatchery spawned clams are typically released at 10-15 mm shell length (SL), as such, tagging or marking procedures must be applicable to large numbers of relatively small organisms. Tetracycline has been used to tag fish, as it yields a fluorescent band when skeletal components are viewed under UV light. Bivalves possess a shell that is chemically similar to bone and, therefore, should respond similarly to tetracycline.

Softshell clams (5-7 mm SL) were exposed to 25 mg/L tetracycline for 3-days. Tetracycline was incorporated into their shell matrix, as evidenced by a fluorescent band near the shell edge when viewed under UV light. Post treatment growth exhibited no mark. The fluorescent band remained constant in size and

intensity after three months, when the study was terminated. No differences in clam survival or growth between marked clams and unmarked, control clams were observed. Long term visibility of the band, practicality of the technique under commercial conditions, and regulatory considerations were not examined.

Survival and growth in a Flupsy

Between June and September 2004 a floating upweller system (Flupsy) was installed, stocked and managed in the Rowley River (42° 43.254' N, 070° 51.524' W) (fig. 1). Approximately

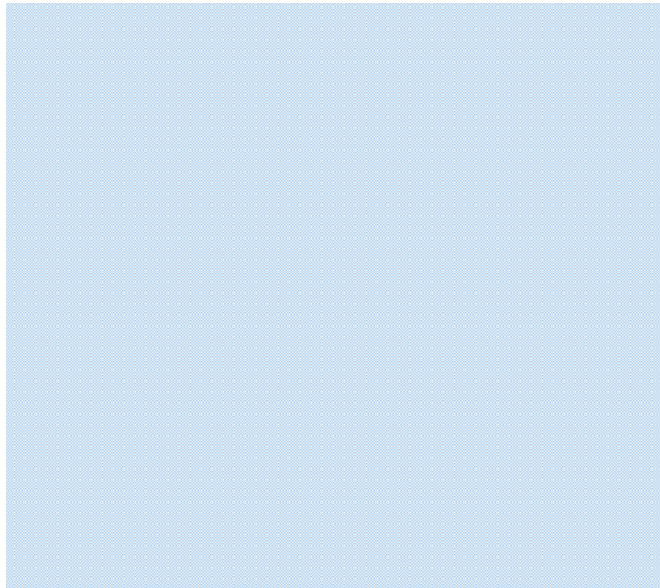


Figure 1. Floating upweller system anchored in Rowley River was used to produce approximately 0.5 million juvenile clams (12-15 mm SL) for planting and growout on tidal flats.

520,000 clams were cultured in the Flupsy, initially 260,000 in each of two silos at 2-3 mm SL. As clams grew, density was gradually reduced to 65,000 per silo at 12-15 mm SL. Densities up to 93,000 clams (12-15 mm SL) per silo or 750,000 per Flupsy have been previously maintained without problems. Flow per silo was 380 Lpm or 3,030 Lpm for the Flupsy as a unit.

The Flupsy was monitored biweekly at mid tide in the afternoon. Clam length (caliper) and subsurface water quality (temperature, thermometer; salinity, refractometer; dissolved oxygen, polarographic meter) were measured. Water quality remained suitable for clam survival and growth throughout the sample period (table 1). Clam growth was essentially linear and exceeded 4 mm/month (fig. 2). In September, growth rate decreased slightly as clam density and size increased; water temperature remained continuously above 20°C and conducive to good clam growth.

Survival and growth of softshell clams under predator exclusion netting

During 2003/2004, growth of softshell clams stocked as 12-15 mm SL juveniles as part of a restoration/enhancement effort to promote public aquaculture in Kingston, MA (41° 59.23' N; 070° 41.92' W) was conducted. Two conditions were monitored: clams covered with predator exclusion netting and clams

Table 1. Temperature, salinity and dissolved oxygen from subsurface waters adjacent a Flupsy anchored in the Rowley River (MA) and stocked with softshell clams between June and September 2004.

Date	Time	Temperature (°C)	Salinity (ppt)	Dissolved Oxygen (mg/L)
7 Jul	1618	21.8	29	5.8
21 Jul	1455	24.0	28	8.5
4 Aug	1500	22.5	30	5.1
18 Aug	1500	23.5	24	5.2
13 Sep	1500	20.0	25	5.4

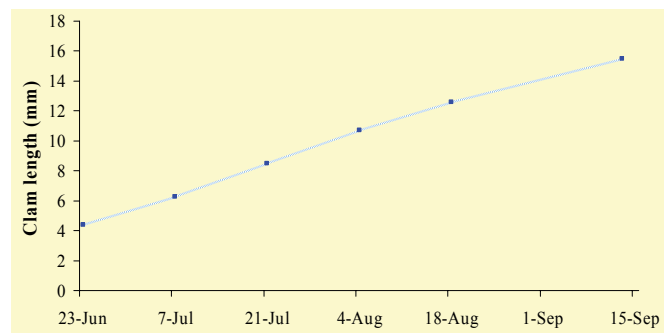


Figure 2. Growth of softshell clams maintained in a Flupsy anchored in the Rowley River (MA) between June and September 2004 was nearly linear and average 4 mm SL per month.

adjacent the netted site, but unprotected by predator exclusion netting. Duplicate samples were collected on 22 December 2003 and 14 June 2004 by 25 x 25 x 10 cm sections removed from areas of high and low clam density as determined by abundance of holes at the surface. Two locations were sampled, one ~30 m above (site 1) the other (site 2). Sediments were sieved, all collected clams enumerated and measured (caliper, 0.1 mm). Clam density was determined.

Clam abundance varied between and within sites, but was generally greater at net protected than unprotected sites in December and consistently greater at protected sites in June. Clams recovered from site 2 averaged 18.5% longer than clams grown ~30 m further up the beach (table 2).

Table 2. Average size and density of softshell clams sampled on 22 December 2003 and 14 June 2004 from net protected and un-netted culture sites in Kingston, MA. SD = standard deviation.

Condition	December Density (number/m ²)	December SL mm (SD)	June Density (number/m ²)	June SL mm (SD)
No netting	1,319	12.4 (3.1)	376	20.3 (4.1)
Site 1	232	12.8 (3.5)	----	----
Site 2				
Netting	1,302	11.9 (4.5)	1,561	21.1 (6.6)
Site 1				
Netting	2,896	11.1 (3.4)	1,324	25.0 (5.6)
Site 2				

*not sampled

Data indicate that use of predator exclusion netting and selection of sites closer the low water mark, with a greater duration of inundation, promote survival and growth. Survival of clams

was enhanced by use of predator exclusion netting as evidenced by densities between netted and un-netted sites. Superior growth observed at site 2 vs. site 1 was likely related to duration of exposure. Typical tidal flux is 3-3.5 m. Clams 30 m further down the beach would experience less time exposed and could feed longer each day.

Survival and growth of stocked clams

During summer 2004, survival and growth of stocked clams with and without predator exclusion netting was assessed in Smith Pool adjacent the Cat Cove Marine Laboratory (42° 31.800' N, 070° 52.323') and in the Rowley River (42° 43.94' W; 070° 49.80' N). Twelve 25.4 cm diameter cylinders were buried in the substrate, six at each site, to a depth where the lips were exposed 5 cm above the substratum (fig. 3).



Figure 3. Cylinders buried in substrate and filled with substrate were used to monitor clam survival and growth in units with predator exclusion netting and without netting.

Each cylinder was filled with local sediments and stocked with 50 softshell clams (~ 6 mm SL). Clams were spread on the substrate surface, not buried. Three cylinders at each site were covered with predator exclusion netting (4 x 6 mm mesh). Cylinders were stocked on 20 July and removed on 1 September 2004. Throughout the culture period, units were observed to insure integrity, but management was minimal. At termination, clams were removed, enumerated and measured.

Survival of net-protected clams ranged between 8-90%; survival of un-netted clams ranged between 0-20% (Table 3). Growth of net-protected clams ranged between 1.9 – 19.1 mm; growth of un-netted clams ranged between 0-15.9 mm (Table 3). Survival was greater in Smith Pool than in the Rowley River; however, growth was greater in the Rowley River than Smith Pool.

Average survival of clams both with and without predator exclusion netting was poor. Predation by the abundant green crabs (*Carcinus meanus*) observed at Smith Pool decimated clams without netting. Green crab abundance in the Rowley River was diminished in 2004, due in-part to a severe winter,

Table 3. Average survival and growth of 50 clams maintained in cylinders buried in Smith Pool and Rowley River between 20 July and 1 September 2004. Each condition was run in triplicate. Numbers in parenthesis indicate standard deviation.

Site	Netting	Survival (%)	Stock Length (mm)	Harvest Length (mm)	Live + Dead (%)	Empty Length (mm)
Smith Pool	Yes	66.0 (25.1)	6.6 (0.1)	15.1 (0.9)	92.7 (6.1)	7.1 (0.7)
	No	0	6.3 (0.2)	5.1* (0.2)	21.3 (6.1)	6.6 (0.1)
Parker River	Yes	10.0 (3.5)	6.7 (0.3)	20.2 (5.3)	30.0 (2.0)	6.5 (0.7)
	No	10.7 (10.1)	6.8 (0.1)	21.7 (1.4)	17.3 (12.2)	8.8 (2.2)

* Indicates natural recruitment

which is reflected by the similar survival rates observed for netted and un-netted clams. Except for netted cylinders in Smith Pool most suspected mortalities were not recovered. Size of collected, empty shells (6.5-8.8 mm SL) suggests that most clam losses occurred shortly after stocking, perhaps due to destruction by predators or escapement. Cylinders placed in the Rowley River were exposed to scouring or deposition dependent upon location, which likely impacted survival. Use of smaller mesh or larger clams and more frequent monitoring would help to minimize losses.

Growth of clams in the flowing waters of Rowley River exceeded that of clams in the more static, tidally flushed waters of Smith Pool (21 mm vs 15 mm SL). Water temperature in Smith Pool was routinely <20°C, while water temperature in the Rowley River was consistently >20°C during the sample period. Warmer temperatures and greater flow likely promoted growth of clams in the River.

Interestingly, natural recruit occurred in the un-netted units placed in Smith Pool, yielding significant numbers of 5 mm SL juveniles in September, which were smaller than clams stocked and documents reproductive/settling success.

New challenges

Experience gained and observations made by culturists during the 2004 season identified three issues that require examination in the near future. First, optimal size of clams for stocking to ensure good survival and rapid growth warrants an analytical assessment. Second, clams segregate vertically in the substratum by size with smaller clams layered above submarketable-size clams, which are located above marketable-size clams. Impacts of rake-harvest on submarketable clam survival and growth as market-size clams are harvested must be assessed. Finally, winter with its cold and ice generate a variety of handling and survival challenges that warrant investigation.

General considerations

Important and relevant insight has been gained during the 1-2 years of experimentation. Probably the most relevant consideration involves replicate number; a minimum of three replicates are desirable to ensure that variations in clam distribution and abundance are adequately assessed. Sampling should be

standardized and to a depth of 20 cm (or more) to ensure larger clams don't evade collection. Sampling effort should be weighted to focus on areas of greatest clam abundance or concern. Production/management guidelines are desirable such as Best Management Practices to standardize culture and monitoring protocols. Finally, candid and frequent (semi-annual) meetings between growers and investigators can help to determine what worked and where improvements are desirable.

Ensemencements expérimentaux de myes communes (*Mya arenaria*) aux Îles-de-la-Madeleine de 2000 à 2004

Chevarie, L., B. Myrand

Très peu de données pertinentes étaient disponibles lors des premiers ensencements expérimentaux réalisés dans le cadre du Programme MIM. Les données existantes concernaient plutôt d'autres espèces de fousisseurs et d'autres régions où les conditions environnementales sont souvent très différentes de celles rencontrées aux Îles. Il fallait donc adapter les techniques existantes et, pour y parvenir, il fallait passer par des essais-erreurs.

Les premiers essais d'ensemencement ont été réalisés en 2000 avec des myes transférées à partir de la lagune du havre aux Basques (HB). Ceci a permis le développement des techniques expérimentales d'ensemencement mais pas l'atteinte de résultats intéressants. Toutes les myes utilisées lors des ensencements expérimentaux ont été préalablement colorées au rouge alizarin afin de pouvoir les retracer lors des échantillonnages subséquents.

En 2001, des ensencements réalisés avec des myes récupérées dans la lagune du Havre aux Basques ont permis d'obtenir les premiers résultats de taux de survie et de croissance. Quatre différentes densités (100, 175, 250 et 325 myes/m²), deux tailles (petites : 20 à 30 mm et grosses : 30 à 40 mm) et deux périodes d'ensemencement (été et automne) ont été expérimentées. Les ensencements ont été effectués avec succès puisque les taux de récupération deux semaines plus tard étaient de l'ordre de 90 %. Les taux de récupération ont chuté rapidement pour l'ensemencement réalisé en juillet pour atteindre un mince 6 % en juin 2004 pour les petites myes et 32 % pour les grosses myes (toutes densités confondues). La croissance fut aussi très décevante avec 14,4 mm pour les petites myes (taille finale : 42,8 mm) et 8,9 mm pour les grosses myes (taille finale : 46,3 mm) trois ans après l'ensemencement. Les taux de récupération obtenus en 2004 furent encore plus faibles pour l'ensemencement d'octobre 2001 : 2 % pour les petites myes et 2 % pour les grosses myes (toutes densités confondues).

En 2002, de jeunes myes récupérées dans la lagune du Havre aux Basques ont été ensencées selon un protocole relativement similaire à 2001. Un seul ensencement expérimental a alors été réalisé. Des myes provenant de la lagune du Havre aux Maisons (HAM) et de celle du Havre aux Basques HB (récupérées l'automne précédent et hivernées en cages) ont aussi été ensencées à titre comparatif. Les myes étaient en meilleure condition qu'en 2001 (amélioration des techniques) de sorte que les résultats auraient dû être plus intéressants. Une fois encore, les taux de récupération ont été supérieurs à 80% deux semaines après l'ensemencement, ce qui suggère

une bonne maîtrise de la technique expérimentale d'ensemencement. Malheureusement, les taux de récupération ont chuté rapidement au cours des semaines suivantes. En 2004, les taux de récupération des myes HB hivernées et HB fraîchement récoltées étaient inférieurs à 5 %. La récupération moyenne des myes HAM était d'environ 15 % pour les petites myes et supérieure à 50 % pour les grosses myes. Ces résultats démontrent un rendement nettement meilleur des myes HAM comparativement à celles du HB, particulièrement pour les individus de plus grande taille.

Une dernière tentative de transfert a été faite avec les myes HB en 2003, mais cette fois avec des myes de petite taille (moyenne de 12 mm). Ces myes ont été comparées avec des myes de même taille fraîchement récoltées au site HAM et aussi avec des myes HAM obtenues l'automne précédent par captage benthique. Une seule densité (1 500 myes/m²) a été expérimentée sur des parcelles de 1 m². Les résultats ont été encore une fois assez décevants au niveau du taux de récupération. À l'automne 2004, seulement 15 mois après l'ensemencement, la récupération fut inférieure à 5 % pour les myes HB et d'environ 15% pour les deux groupes de myes HAM. La croissance des myes HAM fut plus intéressante que celle des myes HB de plus grande taille ensencées en 2001 et 2002. Après 15 mois, la croissance obtenue était de 9,1 mm pour les myes HB (taille atteinte : 22 mm), 13,6 mm pour les myes HAM provenant du captage benthique (taille atteinte : 26 mm) et 10,6 mm pour les myes HAM fraîchement récoltées sur le gisement avant ensencement (taille atteinte : 26 mm).

Des myes HAM ont été ensencées à différentes densités (300, 500 et 700 myes/m²) en août 2003 et 2004. La taille moyenne à l'ensemencement était de 20,5 mm en 2003 et 24,0 mm en 2004. Les résultats obtenus en 2004 n'ont pas permis de déterminer si les différentes densités expérimentées avaient eu un impact sur le taux de récupération ou sur la croissance. Le taux de récupération obtenu deux semaines après l'ensemencement fut très bon (80 à 100%) pour ensuite diminuer rapidement et atteindre environ 20 % après 15 mois. Les résultats de 2003 et de 2004 ont été très comparables.

De façon générale, les pertes ont été plus importantes et plus rapides avec les myes de petite taille (< 15 mm). Il faut donc viser ensencer des myes d'au moins 15 à 20 mm pour obtenir des taux de récupération intéressants. Les myes récupérées par captage ayant habituellement une taille de 7 à 9 mm à l'automne, il sera nécessaire de développer des techniques de prélevage pour atteindre une plus grande taille avant l'ensemencement.

Les ensencements expérimentaux sont très exigeants au plan logistique. Ils monopolisent une équipe de quatre personnes pendant plusieurs semaines. Les suivis de croissance et de récupération exigent aussi beaucoup de temps. De plus, le nombre d'ensemencements par saison est limité par les quantités importantes de myes expérimentales qui sont nécessaires. Les conditions environnementales (conditions de vent et moment des marées basses surtout) imposent aussi des limitations importantes aux ensencements expérimentaux.

Les myes du HB ne sont définitivement pas intéressantes pour le transfert. Leur croissance et leur taux de récupération ont été beaucoup trop faibles pour espérer rentabiliser les opérations. Cependant, les myes du HAM obtenues par captage benthique ou par simple reparcage ont offert une avenue prometteuse. Les essais seront donc poursuivis en ce sens. Les myes

du HAM récupérées à l'automne par captage benthique puis hivernées et ensemencées le printemps suivant réagissent très bien à l'ensemencement.

Peu importe la provenance des myes, il ressort de façon claire que les taux de récupération doivent être meilleurs. Beaucoup d'efforts seront donc investis au cours des prochaines années pour améliorer la récupération après ensemencement. Il n'y a pas de signe apparent de prédation, mais il faudra tout de même mieux documenter la question. Le taux de croissance est aussi un facteur qu'il faudra améliorer.

Influences des variables physiques et biologiques sur le temps d'enfouissement chez la mye commune (*Mya arenaria*)

Pariseau, J., B. Myrand, M. Giguère, S. Brulotte, M. Nadeau, L. Chevarie, G. Desrosiers

La culture de la mye commune soulève beaucoup d'intérêt au Québec. En l'an 2000, un programme de recherche et de développement appelé « Myiculture aux Îles-de-la-Madeleine » (Programme MIM) a été lancé pour évaluer le potentiel de développement de cette nouvelle activité maricole au Québec. Peu de choses sont connues sur la façon optimale d'élever les myes. Parmi les éléments importants à considérer figure la vitesse d'enfouissement. Au moment de leur ensemencement, les myes sont déposées directement sur le substrat et doivent donc s'enfouir par elles-mêmes dans le sédiment. Un enfouissement rapide devrait réduire les risques de prédation par les prédateurs épibenthiques et de dispersion par les courants. Inversement, tout facteur entraînant un ralentissement de l'enfouissement pourrait avoir des effets négatifs sur le succès de l'ensemencement et, donc, sur sa rentabilité. Un enfouissement rapide contribuera donc à obtenir une meilleure récolte en réduisant les pertes au moment de l'ensemencement. Le présent projet a été réalisé dans le cadre du Programme MIM et a pour objectif principal d'évaluer des facteurs physiques et biologiques sur la vitesse d'enfouissement dans des conditions se rapprochant le plus possible de celles rencontrées lors des activités d'élevage. Plus spécifiquement, les différents facteurs examinés étaient : la taille des myes ensemencées, la densité d'ensemencement, l'ameublissement du substrat, la durée de la période d'émersion précédant l'ensemencement et la période de l'année. La variabilité saisonnière de la vitesse d'enfouissement a été étudiée en fonction de l'évolution de différents paramètres choisis pour être potentiellement explicatifs. Une expérience sur la résistance des myes à l'action des courants a, également, été faite. Les travaux ont été réalisés aux Îles-de-la-Madeleine de mai à novembre 2002 à la limite des zones intertidale et subtidale et à marée montante sauf celles concernant la période de l'année et la résistance des myes à l'action des courants qui ont été menés en bassins. Pour toutes les expérimentations, nous avons obtenu 6 à 9 répétitions. Le pourcentage d'enfouissement de chaque individu était évalué à intervalles réguliers pendant une période de 3 à 4 heures. Les résultats ont démontré que la vitesse d'enfouissement diminue avec l'augmentation de la taille, des densités d'ensemencement jusqu'à 350 myes (25 à 30 mm) • m⁻² n'ont pas d'impacts négatifs sur la vitesse d'enfouissement, il n'est pas nécessaire d'ameublir un substrat constitué de sable moyen pour améliorer la vitesse d'enfouissement, les myes peuvent subir une émergence de 4 heures sans effets négatifs sur l'enfouissement, une température de l'eau atteignant 20 à 23 °C ne cause pas de

ralentissement de l'enfouissement, une diminution substantielle de la condition des myes, associée ou non à la ponte, semble avoir un impact négatif sur la vitesse d'enfouissement, les ensemencements d'automne (à partir de septembre) ne sont pas recommandés en raison de la diminution marquée de la vitesse d'enfouissement et un enfouissement de 50 % de la coquille réduit substantiellement les possibilités de déplacements passifs causé par les courants. Ainsi, les informations obtenues ont permis de proposer des stratégies d'ensemencement appropriées pour favoriser le maintien des organismes sur place et leur survie.

Approche méthodologique pour ensemencements expérimentaux et suivis

Experimental design (and other back ailments)

Beal, B. F.

I have a keen interest in understanding both spatial and temporal variability with respect to variables such as growth, survival, and fecundity. Typically, investigations that examine spatial variability (e.g., differences in a dependent variable along a shore-level gradient) make implicit assumptions about within site variability and use either completely random designs or use completely randomized block designs established at each tidal height.

Because completely random designs are statistically the most powerful experimental design (fixed treatment effects are assessed using the mean square error), they are chosen most frequently by investigators interested in assessing differences in some dependent variable across a tidal gradient (e.g., growth in Peterson and Black [1987]; fecundity in Rosenberry *et al.* [1991]; survival and growth in Stiven and Gardner [1992]; macroalgal zygote dispersal in Dudgeon *et al.* [2001]). Unfortunately, these designs assume that the variability observed in a dependent variable at a single tidal elevation is representative of that particular tidal height. Also, tidal height effects are potentially confounded because one cannot separate the effect of the particular tidal height from the location chosen to represent that particular tidal height. In other words, if effects due to tidal height are discovered using an analysis of variance or t-test, it is not possible to logically separate the "tidal height effect" from the effect due to a single location at a particular tidal height. That is, there is no replication of tidal height in a completely random design established at each tidal height. If one wished, for example, to compare growth of clams at two tidal heights (low and high), then one could use a completely random design if it were replicated at least twice at each tidal height.

Completely randomized block designs can be used to separate spatial variability of a dependent variable from the effect due to tidal height, but because these designs traditionally do not use a replicate of a given treatment within each block, one must assume that there is no treatment x block variation (Steele and Torrie 1980). These designs are analyzed as unreplicated factorial ANOVA's.

A better design that makes no assumptions about how treatments vary from block-to-block is the generalized randomized complete block design (GRCBD; Neter *et al.* 1990). This design requires at least two replications of each treatment per block

that permits specific testing of how treatment effects vary both within and between tidal heights. Other statistical advantages of this design are discussed in Quinn and Keough (2002).

References

- Dudgeon, S., Kubler, J.E., Wright, W.A., Vadas Sr., R.L., Petraitis, P.S. 2001. Natural variability in zygote dispersal of *Ascophyllum nodosum* at small spatial scales. *Func. Ecol.* 15:595-604.
- Neter, J., Wasserman, W., Kutner, M.H. 1990. *Applied Linear Statistical Models: Regression, Analysis of Variance, and Experimental Designs*. 3rd. edn. Richard D. Irwin. Homewood, Illinois, USA. 1181 p.
- Peterson, C.H., Black, R. 1987. Resource depletion by active suspension feeders on tidal flats: influence of local density and tidal elevation. *Limnol. Oceanogr.* 23:143-166.
- Quinn, G.P., Keough, M.J. 2002. *Experimental design and data analysis for biologists*. Cambridge University Press, Cambridge, UK. 537 p.
- Rosenberry, L., Vincent, B., Lemaire, C. 1991. Croissance et reproduction de *Mya arenaria* dans la zone intertidale de l'estuaire du Saint-Laurent. *Can. J. Zool.* 69 :724-732.
- Steel, R.G.D., Torrie, J.H. 1980. *Principles and procedures of statistics: a biometrical approach*. 2nd. ed. McGraw-Hill Publ. Co., New York. 633 p.
- Stiven, A.E., Gardner, S.A. 1992. Population processes in the ribbed mussel *Geukensia demissa*(Dillwyn) in a North Carolina salt marsh tidal gradient" spatial pattern, predation, growth and mortality. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 160:81-102.

How to seed softshell clam: what works in Massachusetts

Buttner, J., M. Fregeau, S. Weston, B. M^cAneney

Techniques employed by commercial shellfish growers on Massachusetts' North Shore, where most culture efforts focus on softshell clams, is based largely upon the extensive studies by Dr. D.C. Belding conducted between 1905 and 1910. His A Report upon the Soft-Shell Clam Fishery of Massachusetts was republished by Cape Cod Cooperative Extension in 2004 as The Works of David C. Belding M.D. Biologist, Early 20th Century Shellfish Research in Massachusetts (available from Cape Cod Cooperative Extension, Barnstable, MA). Culture practices have been modified over the years, particularly since approximately 1990 with expanded use of hatchery produced seed and predator exclusion netting. Culture protocols continue to evolve as expertise is gained and lease criteria change.

Management of clam seed

Natural sets of spat commonly and frequently occur throughout much of the tidally influenced Rowley River where commercial culture of softshell clams is localized on Cape Ann, MA. The sandy:silt substrate of tidal expanses typically collect large numbers of recently metamorphosed clams, though not always. Localized concentrations can exceed 300,000 per m². Unprotected populations of young clams are quickly decimated by a variety of predators including birds, moon snails (*Polinices* sp.) and most significantly, the ubiquitous green crab (*Carcinus maenas*). To avoid catastrophic losses, predator exclusion netting (4 to 10 mm in mesh length) is installed (fig. 1).



Figure 1. Predator exclusion netting is installed to facilitate natural recruitment and to protect recently settled or seeded clams.

Netting is typically 12.2 m long and 2.4 or 4.3 m wide, determined primarily by width size of commercially available rolls. Some growers are experimenting with longer nets (>15 m), which are more difficult to install and manipulate manually. During installation, netting is stretched, secured in a perimeter trench which is 20-25 cm deep and the edges of the net are covered with the previously removed substrate (fig. 2).



Figure 2. Predator exclusion netting is secured in back-filled trenches around the perimeter of the net.

No anchors or other securing mechanisms are employed as they are difficult to install and have promoted erosion when employed in the past; however, some shellfish culturists plan to revisit using a rebar hook at each corner to prevent net loss. To preclude netting from being buried by sediments, floats are attached, either inside or outside, by plastic tie-downs in two rows of 6-8 floats or 1 row of 10 floats. More floats would be needed to lift netting if length was increased. PVC floats are 7.6 to 10.2 cm in length. Net installation typically occurs in spring after ice has gone and before clams reproduce, preferably in April/May. Installation is temperature, weather and tide dependent; it can occur in any month through October. Nets are removed before 1 December as mandated by the Town of Rowley, to avoid loss during winter. Nets need not be replaced the following spring as clams are sufficiently large and bury

themselves sufficiently deep to avoid the most common and abundant predators.

Hatchery produced seed

Minimum desirable size of clams seeded onto tidal flats is 10-12 mm SL; preferred size is >15 mm SL. Smaller clams can escape the net and are vulnerable to displacement by current (i.e., piling-up in one corner under the net). Clams larger than ~20 mm SL bury poorly. Target stock density, established largely by convention, is 500-550 clams/m². Specific conditions for seeding include distribution at low tide and not during rain. As the tide rises, clams bury themselves; observations made during subsequent low tides indicate essentially 100% of the seeded clams have been buried. Heavy rain can produce puddles of freshwater, which may cause localized mortalities. Once seeded, clams are covered with predator exclusion netting. Survival of hatchery produced and stocked clams to market-size (>51 mm SL) has been good and commonly exceeds 80%.

Natural set

In tidal waters of Cape Ann, natural sets of softshell clams usually occur in July, though reproduction may occur between May and September. Multiple sets during the summer are common. Earlier setting is better for the shellfish culturist, as clams have longer to grow. To encourage spat settling, predator exclusion netting (4-8 mm mesh) is installed on the targeted substrate and 6-10 adult softshell clams are placed under the netting.

Natural sets are unpredictable and viable, yielding densities of 0 to 300,000 individuals per m². By harvest, clams typically "thin" themselves to an end density of 200-600 m².

Considerations

Hatcheries alone cannot produce sufficient juvenile clams to supplant natural recruitment. Natural recruitment in one hectare alone can yield 10x more juvenile clams than the sum of all hatchery production in New England combined. However, hatchery clams can facilitate development of commercial aquaculture, supplement natural clam recruitment, transform unproductive areas into productive areas, and sustain the industry when natural recruitment fails.

Predator exclusion netting constitutes an invaluable, if not essential tool. However, netting can get expensive and requires considerable labor for installation, cleaning, removal and replacement, if needed.

Aspects méthodologiques des ensemencements et des échantillonnages

Myrand, B., L. Chevarie

Lorsque le programme MIM a commencé ses activités en 2000, peu de données étaient disponibles sur les aspects méthodologiques liés aux ensemencements. Les travaux menés jusqu'alors étaient essentiellement de nature académique, c'est-à-dire réalisés à petite échelle et à court terme. Il fallait donc, initialement, développer les outils appropriés pour les travaux orientés vers le développement commercial de la myiculture. Plusieurs méthodologies ont alors été développées comme par exemple :

Marquage

Il est impérieux d'être en mesure de distinguer les myes ensemencées des myes sauvages (déjà présentes sur les parcelles ensemencées ou qui s'y sont ajoutées avec le temps). D'où l'importance de marquer toutes les myes ensemencées. Il fallait pouvoir marquer efficacement et à faible coût de grandes quantités d'individus. La méthode de marquage ne devait ni stresser ni blesser les individus. À tout le moins, il fallait connaître l'impact du marquage sur la croissance et la survie des individus identifiés. La marque devait aussi demeurer visible pour une période d'au moins trois ans. La méthode qui s'avérait la plus intéressante était la coloration de la coquille blanche de la mye avec un colorant, le rouge alizarin. La coquille de la mye devient alors rosée suite au trempage, ce qui facilite grandement son identification. Cette méthode avait déjà été utilisée auparavant avec les myes mais aucune information précise sur la procédure utilisée n'était disponible.

Nous avons développé la procédure suivante à partir de la concentration suggérée dans une publication de Newell (1982), soit 25 mg/l⁻¹. Les myes sont placées en immersion dans un bain de colorant pendant 72 h. Pendant cette période, les bassins de coloration sont vigoureusement aérés (photo 1). Les paniers contenant les myes sont permutés chaque jour pour assurer une coloration homogène et faciliter la circulation de la solution colorée à travers les myes. La solution colorée n'est pas renouvelée pendant la période d'immersion de trois jours et aucune nourriture (phytoplancton) n'est ajoutée. Cette procédure simple a fourni de bons résultats.



Photo 1. Bassin d'immersion contenant les jeunes myes à colorer dans une solution de rouge alizarin de 25 mg/L.

Nous avons d'abord comparé la vitesse d'enfouissement des myes de quatre lots de myes : myes ayant subi le processus de marquage avec alizarin, myes ayant subi le processus de marquage, mais sans alizarin, myes non marquées entreposées en suspension en *pearl-net*, et myes récoltées directement sur les gisements naturels. Il n'y a pas eu de preuve que le processus de marquage avec ou sans alizarin ait provoqué un ralentissement du taux d'enfouissement (% enfoui après trois heures).

Des myes ayant subi le processus de marquage à l'alizarin ont aussi été ensemencées avec des myes « non marquées », c'est-à-dire identifiées seulement avec une marque faite avec un crayon marqueur de type *Brite Mark* pour évaluer leur croissance et leur survie. L'expérience s'est déroulée du 27 juillet au 15 novembre avec des myes d'une taille initiale moyenne de

21 mm pour le deux groupes. Les deux groupes ont étéensemencés sur la même parcelle expérimentale à une densité de 500 myes/m² pour chacun des deux groupes. Environ quatre mois après l'ensemencement, il n'y avait pas de différence significative entre les deux groupes tant au niveau de la croissance (7,5 mm) que du taux de récupération (25%).

Par conséquent, le marquage au rouge alizarin semble correspondre à tous les critères recherchés. Il est efficace, peu coûteux et permet le marquage de milliers d'individus de façon simultanée. Il ne semble pas causer de problèmes au niveau de la vitesse d'enfouissement, de la croissance et du taux de récupération. On a retrouvé des myes clairement marquées trois ans après leur ensemencement. De plus, cette approche permet d'estimer la croissance individuelle, car la croissance obtenue suite au marquage produit une coquille blanche facilement distinguable de la portion colorée en rose pâle par le rouge alizarin.

Ensemencements

Une procédure d'ensemencement efficace a été mise en place au fil des ans. Habituellement, il y a comparaison de 3 à 6 traitements à l'aide de 5 à 7 réplifications par traitement. Les parcelles expérimentales couvrent une superficie de 4 m² (2 m x 2 m) quand les densités expérimentales ne sont pas trop élevées (photo 2). La superficie est réduite à 1 m² quand la densité est supérieure à 500 myes/m² afin de diminuer les besoins en myes expérimentales. Il n'en demeure pas moins qu'un ensemencement expérimental requiert une quantité importante de jeunes myes. Chaque parcelle est délimitée par un cadre métallique enfoui dans le substrat et retenu en place par des crochets. Le cadre métallique permet de repérer facilement les parcelles à l'aide d'un détecteur de métal.



Photo 2. Parcelles expérimentales de 4 m², délimitées par un cadre métallique. Chaque parcelle est recouverte d'un filet anti-prédation pendant 1 à 2 semaines après l'ensemencement.

Échantillonnage des parcelles expérimentales

La surface d'échantillonnage nécessaire pour des parcelles ensemencées avec des myes de grande taille (25 à 40 mm) doit fournir une estimation représentative de la réalité, minimiser la variabilité des échantillons prélevés, et minimiser le bris des coquilles lors de la procédure d'échantillonnage. Cependant, il faut être conscient qu'en augmentant la superficie de chaque échantillon, on réduit simultanément le nombre qu'il est possible de prélever sur la parcelle expérimentale.

Trois superficies d'échantillonnages ont été comparées : 0,05, 0,10 et 0,25 m². C'est évidemment la plus grande superficie qui a fourni les variabilités les plus faibles et le moins de coquilles brisées. Toutefois, la superficie intermédiaire a fourni des résultats très comparables en ce qui concerne le nombre de coquilles brisées et le nombre de myes estimées. Il s'agit donc d'un bon compromis. La superficie d'échantillonnage retenue pour les parcelles de 4 m² est 0,10 m², ce qui permet jusqu'à 16 échantillons potentiels par parcelle expérimentale. La surface d'échantillonnage des parcelles de 1 m² a été fixée à 0,05 m², ce qui procure neuf échantillons potentiels. Deux échantillons sont prélevés de façon aléatoire sur chaque parcelle expérimentale lors d'un échantillonnage donné, ce qui résulte en un nombre limité d'échantillonnages possibles. On vise au moins deux échantillonnages par an pendant une période expérimentale de quatre ans pour un nombre minimal nécessaire de huit échantillons.

Les échantillonnages sont réalisés à l'aide d'une pompe Venturi (photo 3). Cette procédure nécessite une quantité minimale d'eau (environ 15 cm) au-dessus des parcelles pour être efficace. Chaque cavité résultant de l'action de la pompe est ensuite remplie avec le sable pompé et préalablement récupéré dans un entonnoir. Cette technique permet d'éviter l'affaissement des parois de la cavité qui pourrait causer un impact sur le substrat environnant et ainsi fausser les échantillons ultérieurs.



Photo 3. Système d'échantillonnage Venturi utilisé pour l'échantillonnage des parcelles expérimentales.



Référence

Newell, C.R. 1981. Growth rate analyses of *Mya arenaria* using alizarin-stained chondrophores : a new technique. J. Shellfish Res., 2: 104-105.

Sommaire des discussions portant sur les conditions d'ensemencement

Lorsque les myes atteignent la taille de 25 mm, le taux de croissance diminue. À des températures plus chaudes la disponibilité de nourriture peut devenir limitative et affecter la croissance.

Les myes de 20 à 25 mm réagissent mal aux manipulations même si les densités sont faibles. Ensemencer des myes de plus grande taille peut donc être problématique. La densité naturelle est de 100 myes/m².

Les résultats des travaux réalisés au cours des dernières années montrent que la croissance des myes en milieu contrôlé (laboratoire) est généralement supérieure aux valeurs observées sur la plupart des sites naturels testés, sinon comparables au site naturel le plus performant. Les études portant sur les facteurs affectant la croissance sont importantes. En laboratoire, les myes de 15 à 20 mm ont un bon taux de croissance après ensemencement. En milieu naturel, certaines myes ont un bon taux de croissance d'autres pas. Est-ce relié à des caractéristiques génétiques ou la disponibilité en nourriture ? La présence d'élevage de moules à proximité peut influencer la croissance des myes en limitant la disponibilité de nourriture.

Au Maine, sur des battures de vase molle, il est recommandé d'ensemencer à sec à marée basse et tôt le matin. Ensemencer des myes de 10 à 15 mm à sec sur un substrat de sable-vase semble aussi donner de bons résultats. Pour les myes plus grosses il est recommandé d'ensemencer sur des battures recouvertes d'eau car elles prennent plus de temps à s'enfouir que les petites myes. Il est préférable de faire les ensemencements lorsque la température ambiante est fraîche (tôt en saison), car les prédateurs sont moins actifs.

Les taux de mortalité semblent élevés au cours des deux semaines suivant l'ensemencement.

Les meilleures périodes d'ensemencement se situent en avril et en mai.

Pendant les opérations d'ensemencement le substrat est perturbé et l'abondance soudaine des myes attire les prédateurs, ce qui accroît la mortalité suivant l'ensemencement.

Il n'est pas recommandé d'ensemencer à sec sous un soleil plombant et à des températures élevées, car ces conditions peuvent entraîner la dessiccation des myes. Ces myes peuvent par la suite flotter à la surface de l'eau et disparaître avec la marée. On les nomme *rafting clams*.

Les petites myes peuvent supporter de hautes densités, par exemple 750/m² (75 myes/pi²). Toutefois, la plupart des ensemencements sont faits à des densités de 500 à 600/m².

Summary of discussions on seeding conditions

When the clams reach the size of 25 mm their growth rate decreases. In warmer temperatures, slow growth can be caused by food limitation.

Clams of 20-25 mm react negatively when handled even if density is low. So, seeding of large clams may cause some problems. The natural density is 100 clam/m².

Results of recent studies show that clam growth is generally better in the laboratory than what is observed on most natural flats or at least comparable to the best performing sites which were tested. Studies on growth factors are important. In the laboratory, clams of 15-20 mm present good growth after seeding. In the field, some clams may show good growth while others won't grow. Is it related to genetic characteristics or to food supply? Maybe the presence of mussel culture can influence the growth of clams by decreasing food quantity in the surrounding area.

In Maine it is recommended to seed early in the morning at low tide (no water on the flat) in soft-mud sediments. Seeding 10-15 mm clams in sand-mud sediments on dry flat also seems to work well. It is recommended to seed large clams when there is some water over the seeding area because these clams burrow slower than the smaller clams. It is preferable to seed when the temperature is cool (early in the season) because predators are less active.

The mortality seems to be high within the two weeks following the seeding.

The best period for seeding is in April-May.

During the seeding operations the sediments are disturbed and predators are attracted by the sudden abundance of preys. This increases the mortality following seeding.

It is not recommended to seed on dry flats (low tide) under sunny and warm conditions because that may result in the desiccation of the clams. These clams may then float and disappear with the tide. This is why they are called "rafting clams".

Small clams can support high seeding densities such as 750/m² (75 clams/ft²). However, most seedings are performed at a density of 500-600/m².

Pertes par dispersion pendant le cycle d'élevage

Dispersal of juvenile soft shell clams

Hunt, H.

Large decreases in abundance of soft shell clams and other benthic invertebrates shortly after settlement suggest that early post-settlement events (mortality and dispersal) can have large impacts on recruitment. Rates of dispersal of juvenile soft shell clams were measured on 3 tidal flats in Barnstable Harbor, MA, USA (Hunt and Mullineaux 2002).

Current meter measurements suggested that tidal currents were strong enough to cause bedload transport of sediment and *Mya*. Measurement of gross and net rates of transport of *Mya*, using bedload traps and pans of defaunated sediment, confirmed that juveniles were routinely redistributed by tidal currents, particularly during spring tides. The number of postlarval *Mya* transported varied among sites and dates and was significantly related to ambient density of *Mya* and sediment flux. The size range of clams collected in the bedload traps was similar to that in the ambient sediment; the largest juvenile *Mya* collected from a trap was 5.7 mm shell length.

The factors influencing rates of postlarval dispersal are not well understood. Both hydrodynamics and behaviour (e.g. burrowing) are likely to play a role in determining patterns of transport of juvenile bivalves. To determine the relationship between sediment transport and bivalve dispersal, experiments were conducted in a racetrack flume at Rutgers University to examine the effect of grain size, flow, and clam size on rates of erosion of two species of juvenile clams (*Mya arenaria* and *Mercenaria mercenaria*) (Hunt 2004). Erosion of *Mercenaria* was greater than *Mya*, the opposite of predictions based on *Mercenaria*'s greater density, indicating the importance of burrowing behaviour. In most cases, erosion also was greater in the finer sand, in contrast to the predicted similarity of erosion thresholds of the two sediments. However, clam erosion did increase with increasing shear velocity and decrease with clam size, as expected. The results of this study indicate that both hydrodynamics and behaviour play roles in the transport of these two species of juvenile bivalves and that their vulnerability to passive erosion cannot be predicted solely from knowledge of sediment transport.

I have been involved in collaborative study with a physical oceanographer, Bob Chant at Rutgers University, to develop an understanding of the magnitude and scale of transport of juvenile bivalves in an estuary in New Jersey, USA. This project combines field observations of hydrodynamic conditions and rates and distances of bivalve dispersal with laboratory flume experiments, and modeling to examine the relationship between physical factors (flow speed, tidal state and range, sediment type) and rates and distances of juvenile transport. Field work for the project was carried out in the Navesink River, NJ, USA in June 2002 and 2003. Biological sampling included measurements of distribution and abundance of juvenile bivalves from grab sampling, measurements of rates of gross and net transport (using bedload traps and pans) of bivalves on spring and neap, ebb and flood tides, and transplantation of marked clams to measure distances of transport. This field work was coupled with laboratory flume experiments. Current meter moorings (plus salinity sensors) were set up at each of the 4 sites where rates of transport were measured. These current meter measurements were used to develop estimates of shear velocity at the sites. Daily rates of juvenile bivalve dispersal were high, often greater than the ambient density of juveniles (Hunt *et al.* in revision). Rates of bivalve transport varied strongly among sites. Bivalve dispersal was positively related to rates of sediment transport and current velocities, but not significantly to ambient density of bivalves. An experiment was conducted in a laboratory flume to examine the effect of sediment source (the 4 field sites) and flow velocity on rates of transport of juvenile *Mya arenaria* and *Gemma gemma* (Hunt 2005). Rates of erosion of *Mya* were significantly related to sediment volume eroded, suggesting that dispersal at high flow speeds is linked to bedload transport. Sediment erosion

and clam transport was lower for sediment cores from the two sites where the sediment was covered by a mat of amphipod (*Ampelisca abdita*) tubes. To examine the scale of postlarval dispersal of bivalves, juveniles of two species of clams (*Mya arenaria* and *Mercenaria mercenaria*) were stained with alizarin red and transplanted to one of the field sites. Densities of marked clams were reduced to one half of that in controls after 3 h, indicating high levels of dispersal and/or mortality. Core samples were collected up 50 cm away from the transplant locations to examine distances of transport. Recovery rates of marked clams were low, but some individuals were found 1-50 cm away from their initial locations. Laboratory experiments were conducted in a racetrack flume to complement the field study. In the laboratory, average distances of dispersal of 1.5 mm clams (*M. arenaria* and *M. mercenaria*) at flow speeds above the critical threshold for sediment motion ranged from 0.1-10 cm h⁻¹ to 40-50 cm h⁻¹, depending on shear velocity. Distances and likelihood of dispersal were greater for *Mya* than for *Mercenaria*. A second flume experiment compared distances of dispersal of three sizes of juvenile *M. arenaria* (1.3-2.7 mm), two sizes of *M. mercenaria* (1.8 and 3.4 mm), and *Gemma gemma* (1.8 mm). In this experiment, there were no significant differences between species in distance or likelihood of dispersal of similarly-sized *Mya*, *Mercenaria*, or *Gemma*. Large (2.7 mm) *Mya* were significantly more likely than small *Mya* to be retained in the initial patch but no effect of clam size on dispersal was detected for juvenile *Mercenaria*. Although dispersal distances of these juvenile bivalves are small, such movements are likely to occur frequently and, consequently, to have profound impacts on population dynamics. A simple and empirically-derived model is being developed based on measurements of shear velocities in the field and distances of clam dispersal in the flume.

References

- Hunt, H.L., Mullineaux, L.S. (2002). The roles of predation and postlarval transport in recruitment of the soft shell clam (*Mya arenaria*). *Limnology & Oceanography* 47: 151-164.
- Hunt, H.L. (2004). Transport of juvenile clams: effects of clam species and sediment grain size. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 312: 271-284.
- Hunt, H.L. (2005). Effects of sediment source and flow regime on clam and sediment transport. *Marine Ecology Progress Series* 296: 143-145.
- Hunt, H.L., Maltais, M.J., Fugate, D.C., Chant, R.J. (in revision). Spatial and temporal variability in juvenile bivalve dispersal: effects of sediment transport and flow regime. Submitted to *Marine Ecology Progress Series*.

Effects of flow speed, sediment type and shell length on the resuspension and burrowing behaviour of juvenile soft-shell clams (*Mya arenaria*) in laboratory

St-Onge, P., G. Miron

The study of population dynamics in soft-bottom habitats is complex, the hydro-sedimentary environment being extremely dynamic. Several factors can play a role in the recruitment of marine invertebrates, like for example, the resuspension of juveniles following tidal water movements in the intertidal region. This research program studied, in the laboratory (flume), the effect of (1) tidal currents (0, 7, 16, 29 and 35 cm/s), (2) sediment types (mud, sandy mud, sand and gravel) and (3) shell length (0-5, 5-10, 10-15 and 15-20 mm) on the resuspension of juvenile soft-shell clams (*Mya arenaria*).

Results obtained from logistic regression analyses showed that the above mentioned factors played a role in the resuspension of young clams. Juvenile resuspension increased with increasing tidal currents. These resuspension events were primarily associated with bedload transport. This transport was usually more important when the current speeds were higher than 16 cm/s. Sandy sediments represented the most unstable type of sediment while muddy sediments constituted the most stable habitat. The smaller individuals (0-5 mm) were the most vulnerable individuals to resuspension. No significative differences were found in the resuspension rates between the remaining clam size-classes (5-10, 10-15 and 15-20 mm).

A ROC curve analysis (Receiver Operating Characteristics) allowed us to confirm that all three factors act in synergy on the resuspension rates of juvenile soft-shell clams. The logistic regression model also offered the possibility to make predictions. However, preliminary data obtained from field studies (validation of predictions made from the logistic regressions) showed that the model possibly underestimates in situ resuspension rates. For instance, wave action (turbulence on the sediments' surface) observed in the field may contribute positively to the resuspension of juvenile bivalves.

The research program also investigated, in laboratory (flume), the burrowing behaviour of juvenile soft-shell clams following simulated 30 minutes slack water periods. The objective of this study was to determine if the slack water period is sufficient to allow the recently resuspended juvenile clams to rebury in the sediment before the tidal current resumes. Flow velocity (0, 3, 5, 10 and 24 cm/s), sediment type (mud, sandy mud, sand and gravel) and shell length (5-10, 10-15 and 15-20 mm) represented the three factors that were investigated. The observed variables were: (1) the percentage of juvenile clams that initiated a burrowing activity; (2) the time needed for a juvenile clam to initiate a burrowing activity; (3) the percentage of juvenile clams that completed a burrowing activity; (4) the time needed for a juvenile clam to complete a burrowing activity; and (5) the percentage of juvenile clams that were resuspended.

Preliminary results showed that the percentage of juvenile clams that initiated a burrowing activity increased as flow velocity increased. This suggests that the clam's burrowing behaviour could be induced by physical cues such as flow velocity. Our results also showed that large juvenile clams (15-20 mm) were less active than clams from the other size-classes (5-10 and 10-15 mm). No significative differences were found between the four types of sediment studied.

The resuspension of juvenile soft-shell clams seems to be an important factor. This factor should be systematically integrated in population dynamic models. Such models should be validated in field studies. Our results also showed that juvenile clams can burrow in the sediment following a resuspension event but that the burrowing seems to be dependant of the individual's shell length. The percentage of clams that initiate a burrowing activity also seemed to increase with increasing flow velocity.

Effets de la vitesse du courant, du type de substrat et de la longueur de coquille des myes communes juvéniles (*Mya arenaria*) sur leur remise en suspension et leur comportement d'enfouissement en laboratoire

St-Onge, P., G. Miron

L'étude de la dynamique des populations en substrats meubles est complexe, l'environnement hydro-sédimentaire retrouvé dans ce genre d'habitat étant extrêmement dynamique. Plusieurs facteurs peuvent jouer sur le recrutement d'invertébrés marins, comme par exemple la remise en suspension des individus juvéniles lors du passage des marées en milieu intertidal. Ce programme de recherche vise à étudier, en laboratoire (canal hydraulique), l'effet des courants de marées (0, 7, 16, 29 et 35 cm/s), le type de substrat (vase, sable vaseux, sable et gravier) et la longueur de la coquille (0 à 5, 5 à 10, 10 à 15 et 15 à 20 mm) sur la remise en suspension de myes juvéniles (*Mya arenaria*) préalablement enfouis.

Les résultats des analyses de régression logistique ont montré que les trois facteurs jouaient un rôle dans la remise en suspension des jeunes myes. La remise en suspension des individus juvéniles a progressé avec l'augmentation de la vitesse de courant. Cette remise en suspension était principalement associée au transport des sédiments (*bedload transport*). Ce transport devient plus important à des vitesses supérieures à 16 cm/s. Les sédiments sableux représentaient l'environnement le plus instable tandis que les sédiments vaseux constituaient l'environnement le plus stable. Les individus les plus petits (0 à 5 mm) étaient plus vulnérables à la remise en suspension. Aucune différence significative ne fut observée entre les autres classes de taille quant à la remise en suspension.

L'analyse ROC (*Receiver Operating Characteristics*) nous a permis de confirmer que les trois facteurs agissent en synergie sur la remise en suspension des myes juvéniles. Le modèle de régression logistique offre également la chance de faire des prédictions. Des données préliminaires obtenues lors de manipulations réalisées sur le terrain (validation de la force des prédictions des régressions logistiques) nous ont permis de constater que le modèle utilisé sous-estime vraisemblablement la remise en suspension en milieu naturel. La présence de vagues (augmentation de la turbulence au voisinage des sédiments), par exemple, peut contribuer positivement à la remise en suspension des bivalves.

Le programme de recherche a également étudié, en laboratoire (canal hydraulique), le comportement d'enfouissement des myes juvéniles suite à la simulation d'une marée étalee de 30 minutes. L'objectif de cette expérience était de déterminer si la période étalee est suffisante pour permettre aux

myes récemment transportées de s'enfouir avant le retour du courant. La vitesse de courant (0, 3, 5, 10 et 24 cm/s), le type de substrat (vase, sable vaseux, sable et gravier) et la longueur de la coquille des myes juvéniles (5 à 10, 10 à 15 et 15 à 20 mm) ont été utilisés. Les variables observées furent : le pourcentage de myes qui ont initié une activité d'enfouissement, le temps requis pour une mye d'initier une activité d'enfouissement, le pourcentage de myes qui ont complété une activité d'enfouissement, le temps requis pour une mye de compléter une activité d'enfouissement et le pourcentage de myes qui ont été remises en suspension.

Les résultats préliminaires montrent que plus la vitesse du courant de marée augmente, plus les myes initient une activité d'enfouissement rapidement. Ceci laisse croire que le comportement d'enfouissement pourrait être induit par des signaux de nature physique telle que la vitesse de courant. Nos résultats semblent également montrer que les myes appartenant aux plus grandes classes de taille sont moins actives que les individus plus petits. Nos résultats ne semblent pas montrer d'effet significatif de la part du type de substrat.

La remise en suspension des juvéniles de la mye commune semble être un facteur important. Celui-ci devrait systématiquement être intégré dans les modèles de dynamique des populations. Ces modèles doivent cependant être validés par des études réalisées sur le terrain. Nos résultats montrent également que les myes juvéniles peuvent s'enfouir suite à une remise en suspension mais que l'enfouissement est dépendant de la taille de l'individu récemment transporté. Le pourcentage de myes qui initient une activité d'enfouissement semble également augmenter en présence de courant.

Experimental study to determine clam losses due to emmigration

Beal, B. F.

Many of the small-scale field experiments I have conducted since 1989 (Beal 1994; Beal *et al.* 2001; Beal and Kraus 2002) have employed plastic, horticultural plant pots (15.2 cm diameter x 15.2 cm deep with a cross sectional area of 0.0182 m²) that are filled with ambient, unsieved sediments. Pots, or experimental units, are relatively easy to manipulate and establish various treatments within (e.g., stocking density, initial clam size, etc.). To discourage clams from emigrating from these units, a strip of flexible, plastic netting (4.2 mm aperture and measuring 10 cm x 50 cm) typically is affixed to the outside circumference of each pot creating an open enclosure. The netting, which extends 4-5 cm above the lip margin, purportedly acts as a fence to further decrease the probability of animals somehow escaping by themselves. Netting strips of netting do not cover the top of the experimental unit and, therefore, allow predators access to the clams within the experimental units. Often, results of short-term field experiments reveal that missing rates from these open enclosures can be as high as 30-40% (Beal *et al.* 2001). Because the strip of netting is supposed to act as a barrier to emigration, it has been assumed that the missing clams are dead, the result of one or more predation events that directly or indirectly (tidal currents, wind, etc.) remove animals or their shells from the experimental units.

Methods

To test the assumption that the flexible netting strips affixed to the experimental plant pot enclosures provide a barrier to migration, a laboratory and field test were designed. In the laboratory at BIRSH, ten experimental units containing muddy sediments obtained from a nearby mudflat were established (as described above). On 5 April 1989, twelve hatchery-reared clams (4-6 mm SL) were added to each enclosure, and then the experimental units were placed in an array on the bottom of a 2,600 l fiberglass tank filled with ambient, unfiltered seawater (4°C). After one hour, during which time all clams had burrowed completely into the sediments, seawater was permitted to flow into the tank at a rate of ca. 5 l min⁻¹. After seven days, sediments in each experimental unit were washed through a 0.5 mm sieve, and all living and dead clams enumerated.

It is possible that emigration may depend on flow rate. In addition, although experimental units were not covered completely with mesh netting but with strips of netting that surrounded the periphery of each unit, the units may have behaved like a type of predator inclusion cage and enhanced predation by crabs and other consumers. Conversely, the netting strip may have acted to deter predators and keep predation rates artificially low. Laboratory studies cannot adequately reflect field conditions; therefore, the potentially confounding effects of emigration from experimental units also were evaluated in the field near the mid intertidal at an intertidal mudflat in the town of Cutler, Maine. On 22 May 2003, cultured clams (mean SL = 11.7 ± 0.25 mm) were added to experimental units (plastic horticultural pots) with and without a strip of flexible netting (as described above) at two stocking densities (12 or 24 clams representing 660 and 1320 m⁻², respectively). One half of all units were surrounded by an open ring of solid plastic (11.5 cm wide x 29.0 cm diameter) that was pushed into the sediments 65 mm so that the experimental unit was in the middle of the open ring. The ring was used to help further contain clams that might emigrate from experimental units. The experiment was established as a completely randomized design with ten replicates for each of eight fully factorial treatments (stocking density, a = 2 levels; netting strip, b = 2 levels; plastic ring, c = 2 levels). Enclosures were added to 10 x 8 matrix, with 1 m spacing between rows and columns. Both short- and longer-term treatment effects were studied by randomly removing five replicates from each treatment from the matrix on 30 May 2003 and the remaining five replicates on 30 August 2003. Sediments from each experimental unit were washed through a 2 mm mesh. In addition, for units surrounded by a plastic ring, sediments within the area of the ring minus the area occupied by the experimental unit (i.e., 0.066 m² - 0.018 m² = 0.048 m²) were sampled to a depth of 14 cm. Each of these samples was processed as described above. In addition, the relative growth of clams in units with and without strips of flexible plastic netting was assessed in the longer term study. Relative growth = (Final SL - Initial SL)/Initial SL.

Results

All 120 clams were recovered alive from the experimental units within the tank in the shellfish hatchery, and none had escaped the enclosures.

In the 6-day field trial, a small proportion of juvenile clams were missing (mean missing rate = 4.5 ± 1.9 %; n = 40). Missing rate was unaffected by stocking density (F = 1.17; df = 1, 32; P = 0.4187) or the presence of the strip of flexible plastic

netting affixed to the outside circumference of each enclosure ($F = 0.13$; $df = 1, 32$; $P = 0.5625$). Of those experimental units rimmed with netting and further surrounded by a plastic ring, only one live clam of the 180 transplanted to those units (24×5 reps + 12×5 reps), or $< 1\%$, had migrated from the unit (i.e., was found within the sediments outside the unit but within the area delineated by the plastic ring). For units without plastic strips of netting, a total of five clams were found in areas delineated by the ring. Two were alive (1.1%) and three were dead (two with undamaged valves and one with crushed valves).

In the longer term field experiment (22 May to 30 August 2003), the rate of missing clams pooled across all treatments was $24.7 \pm 3.2\%$ ($n = 40$); however, as was the case for the short-term trial, missing rate was unaffected by the presence of the strip of flexible netting ($0_{\text{no netting}} = 27.1 \pm 5.1\%$ vs. $0_{\text{netting}} = 22.3 \pm 3.8\%$, $n = 20$; $F = 0.23$; $df = 1, 32$; $P = 0.6338$). The addition of a ring of plastic around experimental units helped determine the fate of missing clams. Only one live clam was sampled outside an experimental unit and within the area surrounded by the plastic ring (from an experimental unit without a strip of netting and stocked initially with 24 clams) whereas a total of 40 clams were found dead, with crushed or chipped valves typical of crustacean predation. By adding the ring of plastic surrounding experimental units, the rate of missing clams dropped from $36.0 \pm 3.4\%$ (units without rings, $n = 20$) to $13.3 \pm 3.9\%$ (units with rings, $n = 20$) ($F = 29.09$; $df = 1, 32$; $P < 0.0001$). Stocking density did not influence rate of missing clams ($F = 3.92$; $df = 1, 32$; $P = 0.0565$).

Clams grew similarly in units with and without strips of netting ($P = 0.9948$). Mean relative growth in experimental units with strips of netting was $99.1 \pm 1.9\%$ ($n = 40$) whereas growth in units not surrounded by the rim of netting was $99.7 \pm 2.7\%$ ($n = 38$). In addition, no density effects on growth were detected ($P = 0.8174$).

These results indicate that cultured clams generally do not emigrate outside the confinements of the experimental unit and that clams missing from open enclosures result from predation events. Further, stocking density (at the rates used here) did not affect emigration. Finally, growth rate is not affected by the addition of a strip of netting to the periphery of experimental units.

References

- Beal, B.F. 1994. Biotic and abiotic factors influencing growth and survival in wild and cultured individuals of the soft-shell clam, *Mya arenaria* L., in eastern Maine. Ph.D. Dissertation, University of Maine, 482 p.
- Beal, B.F., Kraus, M.G. 2002. Interactive effects of initial size, stocking density, and type of predator deterrent netting on survival and growth of cultured juveniles of the soft-shell clam, *Mya arenaria* L. in eastern Maine. *Aquaculture* 208: 81-111.
- Beal B.F., Parker M.R., Vencile K.W. 2001. Seasonal effects of intraspecific density and predator exclusion along a shore-level gradient on survival and growth of juveniles of the soft-shell clam, *Mya arenaria* L., in Maine, USA. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 264:133-169.

Mesure de la dispersion des myes communes (*Mya arenaria*) entre 2003 et 2004 au Québec

Thomas, B., M. Giguère, M. Nadeau, S. Brulotte, B. Myrand

Abstract

These soft-shell clam studies were realized during the 2003 season in Magdalen Islands (MI) and the 2003-2004 seasons in the Barachois de La Malbaie in the Gaspé Peninsula (GP). The objectives were: measurement of displacement and orientation of movement, survival rate and retrieval rate following seeding. In MI, 96 clams of three size classes (8-14, 15-25 and 35-45 mm) were measured, numbered and tagged with a metal pin. They were immersed on the tip of each of the eight arms of a star shape template (90 cm in diameter) cardinal point oriented and used to mark the initial position of each clam in the follow-ups at 12 sites separated by 3 m. Using a metal detector, each clam was followed for all the above mentioned parameters after 5 days, 3 weeks, 2, 3 and 4 months. All were removed on November 13th, at the end of the season. The protocol in GP differed somewhat from the one in the Magdalen Islands. Each of the 480 (35-40 mm size) clams used were separated into 10 groups, individually placed on 10 parcels located 20-30 m from each other on sandy to muddy substrates. On each parcel, 48 clams were installed by groups of six at 20 cm intervals along each of eight axes on a cardinal point template (2,75 m in diameter). In subsequent follow-ups after 1 week, 1, 3 and 12 months, a metal detector was used to locate all clams. In October 2003, all clams on the Western axis of six parcels were dug up to evaluate metal tag retention and clam mortality. In July 2004, all clams were retrieved from five parcels. Five new ones containing 240 (25-30 mm) clams were added. In MI, preliminary results indicate that there was no displacement during the season. Disappearance of clams was very low and regular from one sampling period to another: 80% of the clams were retrieved at the end of the season. Very little difference was noted between the three size classes, except a significant low recuperation rate observed in August for the small clams. In GP, displacement was around 10 cm, without any change in its orientation. It was noted, however, that more clams of the 2003 parcels moved towards the north-east, east and south-east, following the general direction of the low tide current. Recuperation rate of seeded clams was close to 90% and survival rate more than 80% following three months and 66% and 70% respectively one year following immersion. Displacement of 2004 parcels of smaller size class clams was lower, by nearly 5 cm and was oriented in a different direction than the 2003 parcels; mainly west, north-west and north. Clams dug and retrieved on the axis of 2003 parcels show a more important mean distance travelled: 17 cm; than the metal detector follow ups indicate. This may indicate that commercially seeded clams should have very limited movement out of their seeding site. The majority of clams did not show any movement. Where movement was calculated, it may have been influenced by other environmental conditions and the direction of currents at the time of seeding.

Résumé

Des ensemencements expérimentaux de myes communes ont été réalisés aux Îles-de-la-Madeleine et en Gaspésie afin de mesurer l'ampleur et l'orientation de leurs déplacements ainsi que leur survie. Aux Îles, 96 myes de trois classes de taille (8 à 14, 15 à 25 et 35 à 45 mm) ont été mesurées, numérotées et

marquées avec une petite tige métallique et enfouies en juillet 2003 sur douze sites. Les myes ont été localisées après 5 jours, 3 semaines, 2, 3 et 4 mois à l'aide d'un détecteur de métal et certaines ont été récupérées à la fin de la saison en novembre. En Gaspésie, 480 myes de 35 à 40 mm ont été réparties sur 10 parcelles en juillet 2003 et 240 myes en juillet 2004. Ces myes ont toutes été numérotées et marquées avec une tige métallique. Lors des suivis subséquents, soit après 1 semaine, 1 mois, 3 mois et 1 an, toutes les myes ont été localisées à l'aide d'un détecteur de métal afin d'évaluer leur déplacement par rapport à leur position initiale. Lors des suivis après 3 mois et 1 an, des myes ont été récupérées, afin d'évaluer la rétention des tiges métalliques et la mortalité des myes. Aux IM, les premiers résultats indiquent que la distance moyenne parcourue par les myes à l'intérieur des parcelles est presque nulle et que les pertes sont limitées et régulières tout au long des suivis. Près de 80 % des myes ont été récupérées en novembre. Peu de différence a été observée entre les trois classes de taille testées, sauf en août où il y a une plus faible récupération des myes de petite taille. En Gaspésie le déplacement moyen est faible (~ 10 cm) peu importe la direction prise par les myes. Les déplacements vers le nord-est, l'est et le sud-est, soit ceux correspondant à la direction générale du courant de marée descendante, sont sensiblement plus nombreux chez les myes des parcelles 2003. Le taux de récupération a été de près de 90 % et le taux de survie de plus de 80 % après 3 mois et de 66 et 70 % respectivement après 1 an. Les résultats de 2004, avec les myes de plus petites tailles, ont montré que la distance moyenne des déplacements a été inférieure (~ 5 cm). L'orientation des déplacements était différente de celle de 2003; étant plus abondants vers l'ouest, le nord-ouest et le nord. En conclusion, les résultats de ce projet suggèrent que l'orientation de la dispersion des myesensemencées commercialement pourrait être affectée par la direction des courants ou des conditions environnementales au moment de l'ensemencement et que l'ampleur des déplacements serait très limitée.

Introduction

Afin d'évaluer le mieux possible le potentiel de rentabilité de la myiculture, il est important d'évaluer la survie après un ensemencement. Pour cette évaluation, il est difficile d'associer les myes manquantes à de la mortalité ou à de la dispersion hors des sitesensemencés. Il s'est donc avéré important de documenter davantage cette dernière variable.

Nadeau et Myrand (2003) ont répertorié les principales études réalisées afin d'évaluer certaines causes des déplacements des myesensemencées. Ces études évaluaient l'influence des courants, des vents, de la profondeur d'enfouissement, selon la taille des myes et de la saison et de l'activité d'enfouissement liée à la température. Pendant ce temps différentes études biologiques (Biorex 2003 et Roy *et al.* 2003) évaluant la biomasse, la répartition spatiale et la distribution de taille des myes ont été réalisées dans le sud de la péninsule gaspésienne afin d'évaluer la productivité de certains bancs naturels, les quantités exploitables commercialement pour établir une activité économique durable basée sur cette ressource renouvelable. Les résultats de ces travaux ont été utilisés pour évaluer la faisabilité bioéconomique de la myiculture en Gaspésie (ADRA 2003). La précision de cette étude économique a toutefois été limitée par l'absence de données précises pour les secteurs à l'étude.

Le présent document dresse le bilan des études de 2003 et 2004 réalisés aux Îles-de-la-Madeleine et en Gaspésie sur la dispersion et le taux de récupération de myesensemencées. Les résultats présentés nous donneront les informations préliminaires sur la dispersion et la mortalité naturelle de trois classes de taille de myes dans la lagune du Havre aux Maisons aux Îles-de-la-Madeleine, ainsi que sur la mortalité naturelle, la distance et l'orientation des déplacements des myes de deux classes de taille sur le site de Malbaie en Gaspésie.

Méthodes

Aux Îles-de-la-Madeleine, les essais et les adaptations d'une méthodologie de marquage et de suivi ont conduit Nadeau et Myrand (2003) à utiliser une étiquette métallique collée sur la valve supérieure des myes expérimentales comme marqueur et un détecteur de métal sous-marin (JW Fishers, Pulse 8X) pour suivre les déplacements des mollusques. Le 13 juillet 2003, un ensemencement expérimental des myes marquées a été réalisé à l'aide d'une structure étoilée à 8 bras de 90 cm de diamètre, sur 12 sites espacés de 4 m et répartis sur un secteur de 80 m². Chacune des trois classes de taille (8 à 14, 15 à 25 et 35 à 45 mm) de myes ont été distribuées de façon aléatoire sur les 12 sites. Une mye étaitensemencée à l'extrémité de chaque bras de la structure étoilée orientée selon les points cardinaux à l'aide d'une boussole. Une fois le centre de la structure étoilée identifié, celle-ci était enlevée et réutilisée lors des suivis ultérieurs après 5 jours, 3 semaines et 2, 3 et 4 mois. Lors des suivis la structure permettait de repérer l'endroit où les myes étaientensemencées et d'évaluer leurs déplacements. Les myes de un des quatre sites de chacune des trois classes de taille ont été récupérées à la fin de la saison le 13 novembre pour évaluer la présence et leur survie.

Les travaux réalisés en Gaspésie, en 2003 et 2004 sont décrits dans Thomas *et al.* (2005). 480 myes de 35 à 40 mm, ont été mesurées, numérotées avec un marqueur permanent et marquées avec une petite tige métallique collée sur la valve droite de la même façon que celle citée précédemment. Ces myes ont été séparées en 10 lots puis réparties sur 10 parcelles espacées de 20 à 30 m sur des substrats sablonneux et vaseux dans le barachois de Malbaie le 16 juillet 2003. Sur chaque parcelle, 48 myes ont été installées par groupe de six myes, à intervalle de 20 cm, sur chacun des huit axes d'un gabarit orienté selon les points cardinaux (nord, nord-est, est, sud-est, sud, sud-ouest, ouest et nord-ouest). Ici le gabarit, de forme similaire à celui des Îles, mesurait 2,75 m de diamètre, ce qui permettait d'augmenter le nombre de myes et la surface de suivi des déplacements. Le suivi de ces parcelles se faisait après une semaine, un mois, en octobre en 2003; puis en juillet, août et octobre 2004. Lors des suivis les myes ont été localisées à l'aide d'un détecteur de métal et les déplacements mesurés le long et perpendiculairement aux axes du gabarit. Les distances parcourues étaient calculées par rapport aux positions initiales de chacune des myes sur les axes. Les distances moyennes et le nombre moyen de déplacements sont calculés à partir des myes ayant effectué un déplacement et ne tient pas compte des myes n'ayant pas bougées et de celles qui sont sorties des parcelles. En octobre 2003, toutes les myes sur l'axe ouest de six des parcelles ont été récupérées afin d'évaluer la rétention des marques métalliques, le taux de récupération et le taux de mortalité des myes. Toutes les myes restantes ont été retirées de cinq des dix parcelles en juillet 2004 afin d'évaluer les mêmes facteurs sur un an. En 2004, à la même période, cinq nouvelles parcelles avec

240 spécimens de 25 à 30 mm ont été installés et suivies selon la même méthodologie qu'en 2003.

Résultats et discussion

Aux Îles, les pertes furent limitées et régulières tout au long des suivis et ce, malgré le passage de l'ouragan Juan à la fin de septembre 2003. La comparaison des résultats des trois classes de taille a été faite pour chaque suivi à l'aide d'ANOVAs suivies de tests *a posteriori* de Turkey. Une différence significative n'a été observée qu'en août ($F_{(2,9)} = 8,11$; $P = 0,01$) moment où la récupération des petites myes était significativement plus faible que les deux autres groupes. Les différences n'étaient pas significatives pour les autres suivis ($F_{(2,9)} > 3,00$; $P > 0,10$) et près de 80 % des myes des deux autres classes de taille ont été retrouvées au dernier suivi en novembre 2003.

En Gaspésie, la composition des sédiments des 10 parcelles de 2003 n'était pas identique. Il est intéressant de noter que sur les trois parcelles composées d'un substrat de sable (8 à 18 déplacements/parcelle), il semble y avoir eu moins de déplacements par rapport aux myes localisées sur des parcelles situées sur des substrats comportant plus de vase, de sable-vase et de zostères (25 à 30 déplacements/parcelle). Les suivis réalisés en 2003 ont permis d'estimer la distance moyenne parcourue par les myes retrouvées sur les sites expérimentaux à $9,7 \pm 5,0$ cm et cela sans tenir compte de l'orientation de ces déplacements. Il semble que ces déplacements soient plus nombreux en direction nord-est, est et sud-est. En ajoutant les suivis réalisés lors de la deuxième saison du projet en 2004, la distance moyenne parcourue reste comparable ($11,1 \pm 6,3$ cm) et l'orientation générale de ces déplacements reste semblable à celle notée en 2003. La récupération des myes le long d'un seul axe, parmi les huit, de six des dix parcelles dès le premier automne, en octobre 2003, a permis de calculer un taux de récupération de près de 89 % et un taux de survie de 81 % après quatre mois. Ces taux ont été respectivement de 66 et 70 % après 12 mois d'ensemencement sur les parcelles expérimentales échantillonnées à la fin juin 2004.

En 2004, les lots de myes de la classe de taille de 25 à 30 mm ont parcouru une distance moyenne de $5,2 \pm 3,6$ cm. L'orientation générale de ces déplacements diffère sensiblement de l'orientation mesurée sur le lot ensemencé en 2003. Les directions ouest, nord-ouest et nord comptaient chacune près de 18 % des déplacements totaux comparativement à 5 à 11 % vers le nord-est, l'est et le sud-est.

La récolte complète de quelques sites en Gaspésie a permis de vérifier le déplacement individuel réel des myes par rapport à leur lieu d'ensemencement initial. À la différence des suivis avec le détecteur de métal, où il y avait des incertitudes quant à l'identité de la mye localisée, la récolte complète des sites permettait de calculer la distance réelle parcourue par chacune des myes retrouvées. Les résultats finaux ont démontré que les myes de 35 à 40 mm s'étaient déplacées d'environ 17 cm comparativement aux 11 cm estimés avec la méthode utilisant le détecteur de métal. Comme les suivis n'ont été faits qu'à l'intérieur du périmètre de chacune des parcelles, ceci a pour conséquence que la distance moyenne des déplacements est sous-estimée puisque cette moyenne ne tient pas compte des myes qui n'ont pas été retrouvées au cours des suivis. Aucune mye d'une parcelle n'a cependant été retrouvée dans une autre après 15 mois de suivi.

Conclusion

Les myes ont très peu bougé sur les surfaces expérimentales. Les déplacements observés seraient dûs à des mouvements passifs causés par le vent et par la marée suite à l'ensemencement. En ne réalisant les ensemencements commerciaux que lors de bonnes conditions météorologiques, il y a de grande chance que les myes se maintiennent sur le site aquacole. Bien que l'on ait retrouvé des coquilles vides marquées et des étiquettes seules en Gaspésie, indiquant une mortalité due aux manipulations ou à la prédation; aucun événement de ce type n'a été observé aux Îles. Dans les deux régions, on a retrouvé près de 80 % des myes ensemencées après un suivi de quatre mois et peu ou pas de mortalité. En Gaspésie, l'orientation dominante des déplacements a varié en 2003 et en 2004. L'orientation observée des déplacements est probablement le résultat des conditions environnementales entourant l'ensemencement. La marée, le vent et d'autres facteurs environnementaux ont probablement plus d'impact sur les déplacements que la taille des myes ou l'année des expériences. Ces résultats devront être pris en compte lors d'ensemencements afin de minimiser les déplacements, les mortalités et maximiser les taux de survie et de récupération.

Références

- BIOREX. 2003. Étude des caractéristiques biophysiques, des usagers et du potentiel myicole de six barachois du sud de la Gaspésie. Rapport final. XIII + 151 p.
- Roy, I., M. Giguère, S. Brulotte et M. Gagnon. 2003. Évaluation de douze gisements de mye commune (*Mya arenaria*) du sud de la Gaspésie. XVI + 255 p.
- ADRA. 2003. Analyse socioéconomique de l'exploitation de la mye dans le sud de la Gaspésie. Rapport réalisé par ADRA groupe conseil (Département d'économie, UQAR) pour le compte de la SODIM. 56 p.
- Nadeau M. et B. Myrand. 2005. Dispersion et profondeur d'enfouissement des myes ensemencées aux Îles-de-la-Madeleine. p.70-79. Dans Chevarie, L. et B. Myrand (eds). Programme de recherche/développement en myiculture aux Îles-de-la-Madeleine (Programme MIM), compte rendu 2003. Rapport déposé à la SODIM. 104 pp. http://www.sodim.org/publ_doc.htm Vu le 16 octobre 2006.
- Thomas, B., M. Giguère et S. Brulotte. 2005. Mesures de la dispersion de myes communes (*Mya arenaria*) ensemencées dans le barachois de La Malbaie, Québec. Dans Publ. Spec. Assoc. Aquac. Canada, No 9, p. 53-55.

Sommaire des discussions portant sur les pertes par dispersion

Il est très difficile de suivre le déplacement des myes. Les myes plus grosses se déplacent moins que les petites. L'importance des déplacements dépend du type de substrat. Il y a plus de déplacements sur un substrat sableux.

Summary of discussions on losses by dispersion throughout the production cycle

It is very difficult to follow clams' displacements. The larger clams move around less than the small ones. The importance of the displacements depends on the type of sediments. There are more displacements in sandy sediments.

Pertes par prédation et en raison de pathologies

Losses by predation of soft shelled clams in Massachusetts: Three main predators

Grundstrom, J.

There are three main predators in Massachusetts:

Shore birds

Many shore birds, especially ducks, feed on infant and juvenile clams. Note that tents (nets) will protect against all birds if they are secure. Birds have been observed to lift loose edges of nets and go under the nets to devour the available clams.

Crabs

Almost, if not all, crabs, green crabs, rock crabs, spider crabs, lady crabs and horseshoe crabs eat infant and juvenile clams. Green crabs have been observed to devour an entire net set of clams (245sq. Ft. X 150 clams per sq. ft. = 36,750 clams) in one tide.

Secure nets protect against all species of crabs.

It is also observed that crabs are the most devastating predator to soft shell clams beds. It is a generally held opinion that if a coastal community does not have an abundance of clams they are being devoured by crabs and/or other predators before they set in the substrate. It is highly recommended that an attempt be made to trap crabs to determine if they are a problem.

Man

This predator has historically devastated clam beds when proper controls and enforcement is not present. Nets will not protect against this predator.

Predation studies in Maine

Beal, B. F.

Predation is the most important and significant factor affecting clam survival in eastern Maine. Efforts to deter predators using plastic netting have been used recently; however, when the exotic European green crab, *Carcinus maenas*, became a nuisance and major threat to clam populations in Maine (during the 1950's), chicken wire (spread out over the flats and established as 0.5-0.75 m tall fences with a flange on top) was used to slow down and reduce the effectiveness of this crustacean predator within the intertidal zone. Green crabs have been implicated in the sudden decline of the Maine soft-shell clam fishery during the 1950's (Grosholz and Ruiz 1996; Fig. 1). Another major predator of *M. arenaria* in eastern Maine is the moon snail, *Euspira heros*. According to Commito (1982), this naticid gastropod preys on *Mya* until clams reach 30 mm SL, then mortality due to *E. heros* is much reduced.

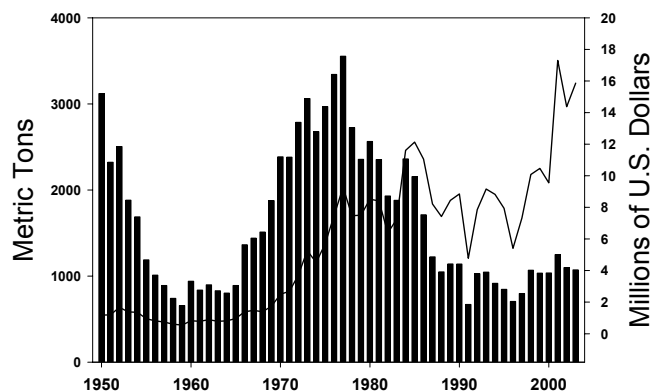


Figure 1. Commercial landings of soft-shell clams in Maine from 1950-2003. Data from: <http://www.maine.gov/dmr/commercialfishing/softshellclam.htm>.

Here, I present the results of three studies to assess the importance of green crab and moon snail attack on wild and cultured individuals of the soft-shell clam. The field investigations were conducted in eastern Maine, and encompass a period of about a decade from 1986 to 1997.

Euspira studies – August 1986 to June 1987

Because Commito's (1982) analysis of moon snail predation on soft-shell clams was indirect (age-specific survivorship estimates and size distributions of living and dead animals from seasonal samples taken near the high tide mark of a flat in eastern Maine), I designed a field experiment to test directly whether clams > 30 mm SL attain a size refuge from *E. heros* attack. The intertidal study site, Hinkley Point, was at the confluence of the Dennys and Hardscrabble River near Dennysville, Maine. This site is approximately 15 km from the site used by Commito (1982). I manipulated the density of wild soft-shell clams dug from the immediate vicinity of Hinkley Point and added 94 or 188 uniquely marked individuals (15-51 mm SL) to 0.25 m² plots (n = 4 replicates per density treatment) on 4 August 1986. Clams were grouped into four discrete size classes which represented the natural distribution of clams at Hinkley Point (15-20 mm = 21%; 21-30 mm = 47%; 31-40 mm = 16%; 41-51 mm = 16%). Plots were revisited on 11 June 1987, when all live and dead clams were removed and measured (SL). Clams that had been attacked by moon snails had an obvious countersunk hole usually near the umbo of one of the valves. The mean bore hole diameter from each dead clam was measured using a dissecting scope with an ocular micrometer in the eyepiece. Because there were so many dead clams with drill holes, I designed a laboratory study to determine the relationship between moon snail size and the diameter of the borehole it drills in valves of soft-shell clams. The study was conducted at the Beals Island Regional Shellfish Hatchery in late summer 1987. Twenty-one *Euspira* (size range = 9-24 mm) were collected from Weir Cove, an intertidal flat in Whiting Bay approximately 15 km from Hinkley Point. One moon snail and five clams (size range = 16-52 mm SL) were added to each of 21 plastic boxes (10 cm x 10 cm x 6 cm deep) containing poorly sorted beach sand to a depth of 5.5 cm. Each box was covered with nylon window screening and individual containers were placed in running seawater (temperature = 14-15°C) for a two-week period. At the end of a trial, all *Euspira*, *Mya*, and the boreholes were measured. To increase the scope of this relationship, a second laboratory experiment was conducted beginning on 10 September 1987.

Four large moon snails (size range = 57-70 mm) were collected from the lower intertidal at Mill Cove, another intertidal flat in lower Whiting Bay. One moon snail and ten clams (size range = 27-77 mm SL) were added to each of four 60-liter aquaria containing 15 cm of poorly sorted beach sand. Seawater temperatures in each aquaria during the two-week experiment ranged between 15-17°C. The relationship between borehole diameter and size of *Euspira* allows one to estimate the sizes of moon snails preying on clams in the field experiment.

Of a total of 1128 clams initially transplanted to the eight field plots in August 1986, only 600 were recovered (47% were missing), and of these, 215 were alive and 385 were dead. Growth rates were extremely slow with animals > 40 mm exhibiting no significant shell growth and animals < 40 mm exhibiting growth of 3-5 mm. Approximately 49% (296) of the total number recovered alive had been drilled by *Euspira* (table 1). Moon snails did not demonstrate a density-dependent response to their prey based on total number per plot or initial size ($G = 2.8$, $df = 3$, $P = 0.43$), but did show a preference for clams between 31 and 40 mm SL. A comparison of the initial size

Table 1. Fate of *Mya arenaria* at two densities ($1x = 94 \text{ m}^{-2}$; $2x = 188 \text{ m}^{-2}$) from 4 August 1986 to 11 June 1987 at Hinkley Point Flat, Dennysville, Maine. n = number of clams at the beginning of the experiment, A = percent recovered Alive, UV = percent recovered dead with Undamaged Valves, DV = percent recovered dead with countersunk, Drilled Valves, CV = percent recovered dead with Chipped or Crushed Valves, M = percent Missing. One-way ANOVA on the angular-transformed mean percent with drilled valves (DV) failed to detect significant differences due to stocking density.

PLOT	n	A	UV	DV	CV	M
1	94	5	13	39	0	43
2	94	12	6	43	1	38
3	94	12	6	37	0	45
4	94	29	5	9	0	57
1	188	16	6	22	0	56
2	188	30	9	28	1	32
3	188	12	13	29	2	44
4	188	27	2	13	1	57

distribution versus the size distribution of drilled individuals (fig. 2) reveals that *Euspira* fed selectively on different size clams ($G = 84.9$, $df = 3$, $P < 0.0001$). Examination of the expected frequencies within the 2×4 contingency table revealed that the proportion (6%) of drilled clams in the smallest size category (15-20 mm) is three times lower than expected (18%) and the proportion (38%) of drilled clams between 31-40 mm is nearly double what is expected (20%).

The relationship between mean bore hole diameter and snail size (fig. 2), allows one to estimate the size of snails drilling clams in the field (fig. 3). Moon snails ranged in size from approximately 10 mm to 52 mm in shell height at Hinkley Point. Approximately 70% of the moon snails preying on *Mya* were between 20-30 mm. Mean snail size $\pm 1 \text{ SE}$ was $24.4 \pm 0.30 \text{ mm}$ ($n = 296$). By contrast, snails at the site where Commiato conducted his work were smaller ranging in size from 8-29 mm (Commiato 1982). The simplest explanation for the discrepancy between this study and that of Commiato (1982) is snail sizes are different at the two sites (fig. 3) and that snail attack is related to its size – small moon snails attack small clams and large moon snails attack large clams. Therefore, what controls the distribution of snails (predation, competition,

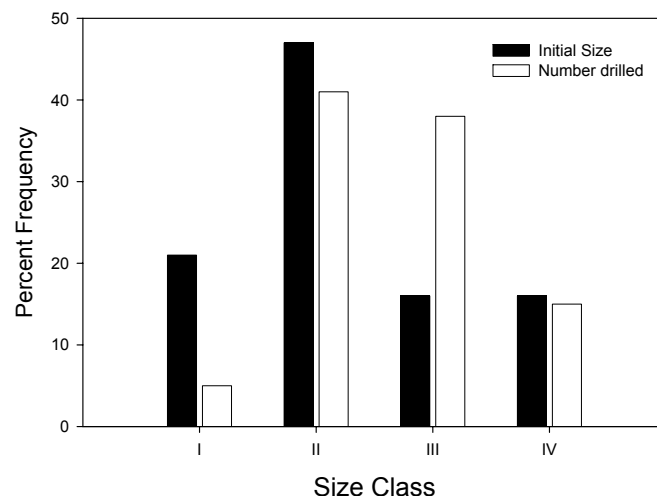


Figure 1. Initial size frequency distribution of clams used in a field experiment from 4 August 1986 to 11 June 1987 vs. the distribution of clams found with a drill hole from caused by the moon snail, *Euspira heros*. Size classes of clams (SL) are: I = 15-20 mm; II = 21-30 mm; III = 31-40 mm; IV = 41-51 mm. The two distributions are different ($P < 0.0001$) indicating that snails prefer a particular size *Mya*. Clams in size class III were drilled at a rate that was nearly double than what was expected (G -test of independence). Conversely, clams in size class I were drilled less frequently than expected.

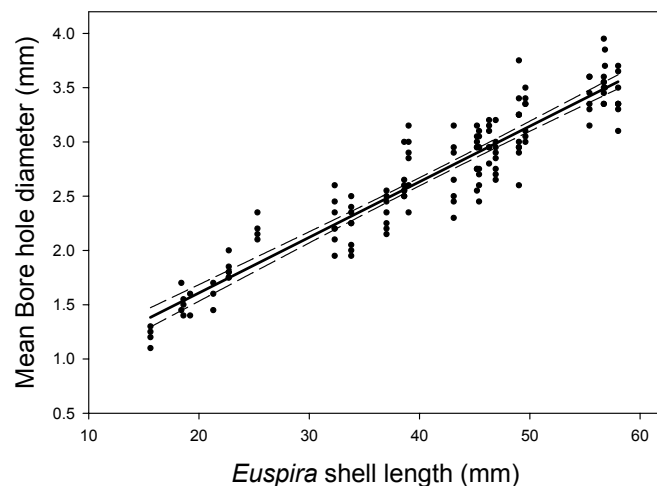


Figure 2. Relationship between mean borehole diameter (in the valves of *M. arenaria*) and size of moon snail predator. Dotted lines represent 95% confidence intervals. $Y = 0.058 + 0.0512 X$, $n = 138$, $r^2 = 0.884$, $P < 0.0001$.

tidal elevation, etc.) will determine the size of the predator and therefore its prey. Observations from eastern Maine indicate that for several intertidal flats, snail size varies along a shore-level gradient with larger snails typically occurring at the lower tidal elevations.

Euspira studies – 1994 to 1997

Short-term field experiments were conducted at an intertidal flat near Jonesboro Maine during 1994 (10 September-12 November), 1995 (2 September-18 November), 1996 (31 August-16 November), and 1997 (21 May-8 November) to test the effect of increasing clam density on its growth and survival. Hatchery-reared soft-shell clams (mean SL = 10.9-14.7 mm) were used in each trial. Generalized randomized

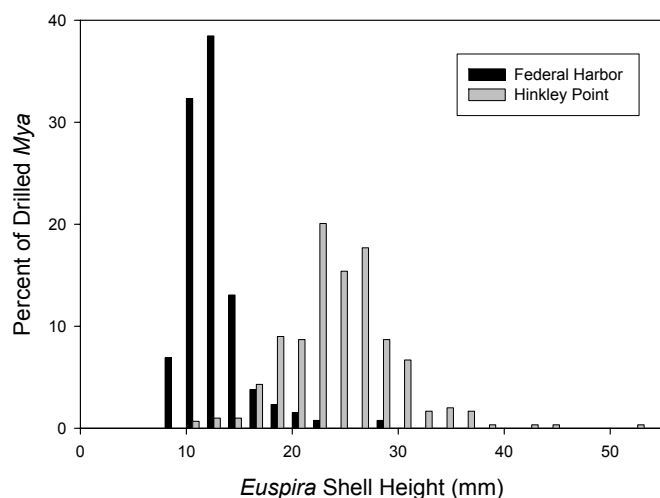


Figure 3. Size frequency distribution of moon snails from Federal Harbor, Lubec, Maine where Commito (1982) concluded that moon snails attack soft-shell clams until they are 30 mm in SL and the frequency distribution of moon snails from Hinkley Point, Dennysville, Maine. Both distributions were created by measuring the mean borehole diameter of clams from both sites and then using the linear equation relating bore hole diameter to snail size (see legend of Fig. 9).

complete block designs were used in the first two years that permitted a test of whether potential effects due to intraspecific clam density varied spatially along the upper intertidal parallel to the shore. In each test, clams were assigned to one of six intraspecific densities (55, 165, 330, 660, 1320, and 2640 m⁻²) and then added to field enclosures (as described above). In 1994, two 9 x 6 blocks were used (1 m spacing between rows and columns) that were approximately 100 m apart. In 1995, clams were added to enclosures arrayed in nine 2 x 6 blocks that were 50 m apart. Because conflicting results were found in the first two years, in 1996 two block features were altered and the field experiment tested whether size and shape of block (2 x 6 vs. 7 x 6) influenced predator-prey dynamics. Two replicates of each block size were employed and the four blocks were spaced approximately 100 m apart. In 1997, we arrayed clams in four blocks (5 x 6), but varied the unit-to-unit distance from 1 m in two blocks to 0.3 m in the other two blocks. At the end of each test, samples were processed, clams within the various fate categories enumerated, and live animals measured as above. In addition, we used a stereomicroscope with an ocular micrometer to measure the diameter of the hole bored by *E. heros* in all intact shells of *M. arenaria* to estimate size-frequency distribution of moon snails attacking soft-shell clams at the study site.

Intraspecific clam density affected clam survival in only one of four years (1994). A trend analysis indicated a density-dependent predator response over the densities 55-1320 m⁻² and an inverse density-dependent response from 1320 to 2640 m⁻². Mean survival varied spatially along the upper tidal gradient in 1995 (range = 50.5% to 85.1%). Snails did not increase their foraging in blocks during the 1997 experiment in which field enclosures were 0.3 m vs. 1.0 m apart ($P > 0.75$). Number of drilled clams found within experimental units at the end of each of the four field trials varied by an order of magnitude ($n_{1994} = 396$; $n_{1995} = 51$; $n_{1996} = 49$; $n_{1997} = 250$). Sizes of clams with drilled valves and moon snail sizes varied temporally ($P < 0.001$) (fig. 4). Final mean SL of drilled clams (14.3 ± 0.1 mm, $n = 496$)

was statistically similar ($P > 0.10$) at the conclusion of experiments conducted from 1994 to 1996, when trials were initiated in late summer and ended in late fall. Mean height of snails for those three years was 13.9 ± 0.2 mm ($n = 496$). In 1997, when the experiment was conducted from late May to early November, mean SL of drilled clams was 15.6 ± 0.2 mm and mean SH for *Euspira* was 18.7 ± 0.3 mm ($n = 224$). Although size frequency distributions for prey and predator appear closely matched for both the 1994 -1996 and 1997 data (fig. 4), G-tests of independence indicated they were significantly different ($P < 0.05$). Snail size increased linearly with final SL of *Mya* (1994 - 1996: $Y = 12.79 + 0.106$ [final SL], $r^2 = 0.025$, $P = 0.0006$, $n = 469$; 1997: $Y = 9.78 + 0.311$ [final SL], $r^2 = 0.135$, $P < 0.0001$, $n = 224$). The two lines had significantly different slopes ($P = 0.0003$).

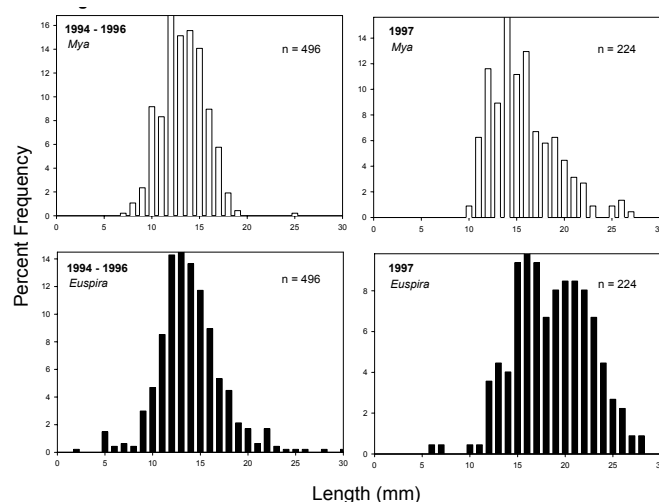


Figure 4. Size frequency distribution of drilled juveniles of *Mya arenaria* and estimated sizes (based on bore hole diameter) of their moon snail predators at an intertidal flat in Jonesboro, Maine in field experiments from 1994 - 1997. ANOVA indicated that mean SL of *Mya* and mean SH of *Euspira* was similar for the period 1994 - 1996, hence, these data are combined. Mean size of both prey and predator was significantly larger in 1997 when the field experiment was initiated in late spring (instead of late summer) and ended in November. Size frequency distributions for prey and predator are not coincident for either group according to G-tests of independence (1994 - 1996, $P < 0.01$; 1997, $P < 0.05$); however, the relationship between snail size and prey size varied directly for both sets of data. Total number of drilled animals found for all field trials was 746; however, only 720 measurements are presented because the bore hole diameter of 27 of 49 and 4 of 250 *Mya* from the 1996 and 1997 data sets, respectively, could not be measured due to mishandling.

Green crab studies

Green crabs, *Carcinus maenas*, have been presumed the major crustacean predator in most field experiments I have conducted in eastern Maine. It is not difficult to separate mortality agent based on shell damage in soft-shell clams. Typically, highest predation rates can be attributed to crab attack based on typical crushing and chipping (Beal 1994). Field investigations have shown that crab predation is seasonal and varies along a tidal gradient (Beal *et al.* 2001). Predation rates due to *C. maenas* are relatively low at all tidal heights prior to August.

After that date, and until the beginning of October, rates are the highest observed during the year. Mortality from crushing or chipping predators on clams 12.4 mm SL was < 20% for animals held in open enclosures near the high and mid water mark at an intertidal flat near Jonesport, Maine from 6 April to 13 December 1996. However, mortality rates approached 40-50% for animals in open enclosures near the low tide mark over the same period. Protective netting enhanced clam survival only at the lowest tidal elevation where difference in mean survival between units with and without the predator deterrent mesh was nearly 30% ($O_{\text{protected}} = 91.1 \pm 4.5\%$ vs. $O_{\text{unprotected}} = 63.3 \pm 9.7\%$, $n = 120$, $P < 0.0001$).

Beal and Kraus (2002) examined the interact effects of protective netting, initial clam size, and stocking density on clam survival in separate studies at two intertidal locations near Jonesboro and Cutler, Maine. From June 1990 to June 1991, crushing predators accounted for 33.6% and 20.3% of losses of clams initially 8.5 and 11.8 mm SL, respectively, in open enclosures. From April to October 1991, losses of clams initially 14.6 mm from open enclosures ranged from 15-20%.

To identify which crushing predator(s) are active on clam flats during periods of tidal inundation and their size frequency distribution, I conducted a passive trapping study at an intertidal flat in Cutler, Maine during October 1993. A vinyl-coated, wire lobster trap (61 cm x 55 cm x 38 cm), baited with salted herring (*Clupea harengus*), was placed outside and inside each of five seagrass beds (area of each bed ranged from 150-250 m²). Distance between traps from outside to inside a bed was no more than 15 m. The test was initiated at low tide on 1 October and traps were checked irregularly at periods of low water until 21 October. New bait was added to each trap on each sampling date. When a crab was found within a trap, it was measured (greatest carapace width to the nearest 0.1 mm) and sexed. Before releasing trapped crabs, I removed the dactyl from each pair of fourth walking legs. This provided a common mark that was used to distinguish animals caught more than once.

A total of 31 green crabs and 22 rock crabs, *Cancer irroratus*, were caught in the traps during the test interval. All crabs were male and no individual was caught more than once. Fewer crabs were caught near the end of the month than at the beginning, and each species demonstrated a preference for one location over another ($P = 0.02$). Green crabs were 4.1x more likely to be caught inside eelgrass beds than outside them, while rock crabs were 2.7x more likely to be found in traps on the unvegetated muddy sediments. The results indicate that assigning all crushing and chipping damage to green crabs is not appropriate and that it is possible that rock crabs prey on small soft-shell clams in the intertidal zone during periods of tidal inundation.

References

- Beal B.F., Parker M.R., Vencile K.W. 2001. Seasonal effects of intraspecific density and predator exclusion along a shore-level gradient on survival and growth of juveniles of the soft-shell clam, *Mya arenaria* L., in Maine, USA. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 264:133-169.
- Beal, B.F. 1994. Biotic and abiotic factors influencing growth and survival in wild and cultured individuals of the soft-shell clam, *Mya arenaria* L., in eastern Maine. Ph.D. Dissertation, University of Maine, 482 p.
- Beal, B.F., Kraus, M.G. 2002. Interactive effects of initial size, stocking density, and type of predator deterrent netting on survival and growth of cultured juveniles of the soft-shell clam, *Mya arenaria* L. in eastern Maine. Aquaculture 208: 81-111.

Grosholz, E.D., Ruiz, G.M. 1996. Predicting the impact of introduced marine species: lessons from the multiple invasions of the European green crab *Carcinus maenas*. Biol. Conserv. 78:59-66.

Commuto, J.A. 1982. Effects of *Lunatia heros* predation on the population dynamics of *Mya arenaria* and *Macoma balthica* in Maine, USA. Mar. Biol. 69:187-193.

Predation on recently-settled soft shell clams

Hunt, H.

Rates of mortality and transport of newly settled benthic invertebrates can be very high and potentially have profound effects on patterns of recruitment. I examined predation on early juvenile soft shell clams (*Mya arenaria*) on an intertidal flat in Barnstable Harbor, Massachusetts, USA (Hunt and Mullineaux 2002). A caging experiment with enclosure and enclosure treatments was set up one week after monitoring indicated a peak of abundance of recently settled (<500 µm) *Mya*. Five replicates (0.25 m² in area each) of each of 5 treatments were set up: exclusion cage, control cage (with access holes for predators), hermit crab enclosure, juvenile green crab enclosure, and uncaged plot. The top 2 cm of sediment in each plot were plowed by fingers to search for potential predators (crabs, moon snails), which were removed, and the density of the mud snail *Ilyanassa obsoleta* was adjusted to 38 per experimental unit. At the start of the caging experiment, mean density of juvenile soft shell clams was 29,600 m⁻² and did not differ significantly among the caging treatments. Exclusion of epibenthic predators had a large impact on the density and size distribution of juvenile *Mya* within a few weeks of settlement, and disproportionately affected juveniles >2 mm shell length. The effect of predator exclusion was attributed primarily to juvenile green crabs and fish. Enclosure of the green crab *Carcinus maenas* changed the size distribution of *Mya* but did not significantly affect abundance while enclosure of a hermit crab had no effect on either clam size or abundance. The lack of a significant difference in abundance between partial cages and uncaged plots indicated that there was no net effect of a cage structure. The loss of *Mya* during the caging experiment was compared to the rate of net flux of *Mya* due to transport (see abstract of dispersal presentation). This comparison suggested that the loss due to predation was considerably larger than the flux due to transport for individuals >2 mm, but that rates of the two processes were more similar for individuals <2 mm.

Dispersal and predation may interact if predators cause disturbance and alter rates of transport of juvenile clams. Experiments were conducted in an annular flume at the Institute of Marine and Coastal Sciences at Rutgers University to examine the effect of 2 epibenthic predators, the seven spine bay shrimp *Crangon septemspinosa* and juveniles of the green crab *Carcinus maenas*, on rates of erosion and mortality of juvenile soft shell clams *Mya arenaria* (Hunt 2004). In each experimental run, 6 patches of juvenile *Mya arenaria* were set up in the flume. The loss of juvenile *Mya arenaria* from the patches was examined in the presence of predators at low-flow, and in the presence and absence of predators at high-flow. The 2 flow treatments were velocities of 9 and 27 cm s⁻¹, which resulted in shear velocities (u^*) of 0.30 and 0.97 cm s⁻¹, respectively. In the first experiment with *Crangon septemspinosa* (*Mya* 3 mm shell length), the proportion of clams retrieved was lower in the high-flow treatment with shrimp present than in the high-flow no shrimp or low-flow with shrimp treatments. Formation

of ripples in the sediment occurred only at the high-flow velocity in the presence of shrimp. In contrast to the effects of the shrimp in the first experiment, juvenile green crabs consumed juvenile *Mya arenaria* (indicated by gut content analysis) but caused less disturbance of the sediment and their activities did not result in transport of sediment or clams. In the second experiment with *C. septemspinosa*, ripples formed in the sediment in both the high-flow treatment with 'pits' (where shrimp disturbed the sediment prior to the experimental run) and that with shrimp present. This suggests that shrimp activity changed bottom topography and the erosion threshold of the sediment. However, the proportion of juvenile *Mya arenaria* retrieved differed significantly between the 2 treatments and was considerably higher in the 'pit' disturbance treatment than in the high-flow treatment with *C. septemspinosa* present. The difference between the treatments likely resulted from predation. *Mya* used in this experiment were considerably smaller (shell length = 1.0 vs 3.0 mm) than in the first experiment with *C. septemspinosa* in which no predation was detected. This study demonstrates that, in addition to causing mortality, predators can indirectly affect their prey by causing transport of sediment and associated small benthic invertebrates.

References

- Hunt, H.L., Mullineaux, L.S. (2002). The roles of predation and post-larval transport in recruitment of the soft shell clam (*Mya arenaria*). *Limnology & Oceanography* 47: 151-164.
- Hunt, H.L. (2004). Effects of epibenthic predators in flow: transport and mortality of juvenile soft shell clams (*Mya arenaria*). *Marine Ecology Progress Series* 279: 151-160.

La culture de la mye commune à l'Île-du-Prince-Édouard : Prédateurs et santé

Landry, T., G. Miron, M. Stephenson

Résumé non disponible

Abstract not available

Susceptibility of clam, *Mya arenaria*, to develop neoplasia, implication of genetic and toxic factors

Tremblay, R., J. Davidson, J.-M. Sévigny, T. Landry, É. Pelletier, F. C. J. Berthe, J. Pariseau, S. L. Snyard

The main objectives of this study are to identify the role of two environmental watershed variables on the development of haemic neoplasia (HN) and to determine the potential genetic susceptibility of clams to develop this disease. To reach this objective, the following steps have been address:

1. The use of flow cytometry to improve semi-quantitative scale currently;
2. The identification of contaminants in clam beds where HN prevalence is high;
3. Exposure experiments to identify the role of specific contaminants in HN;
4. Determination of the susceptibility of various clam beds to develop HN;

5. Variability of genetic characteristics of soft-clams in Gulf of St. Lawrence.

For first step, validation of flow cytometry method has been developed to characterize several thousands of normal and neoplastic haemocytes compare to only a few hundreds of cells assessed by means of histology and cytology methods. The application of this new methodology increases significantly the sensibility of the diagnostics. HN is characterized by transformed (neoplastic) haemocytes which are detected in the hemolymph and soft tissues. In relation to changes in cell membrane properties of haemocytes, two murine monoclonal antibodies, known as 1E10 and 2A4 have been developed that allow immunologic classification of normal haemocytes and leukemic haemocytes. The use of monoclonal antibody 1E10 has allowed us to validate our assay for HN detection by flow cytometry (Delaporte *et al.* in prep). Our results indicate that high prevalence and intensities of HN remain in many areas from Prince Edward Islands. We observed also that HN occurs at low prevalence and intensities in several areas of St. Lawrence gulf where soft-shell clam culture is in potential development, like Magdalen Islands, Newfoundland and New Brunswick. Why this disease remains at low level in most of the sites in St. Lawrence Gulf is presently not clearly understood, but this is a major Damocles sword for the clam industry.

The aetiology of haemic neoplasia in clams is unclear, but there is a reasonable correlation between the occurrence of the disease and the presence of distinct environmental contaminants. This disease is much more common in clams inhabiting polluted waters, suggesting an environmental component to its pathogenesis. In late August 2004, following an important rainfall (over 50 mm in 24 hours), an important sampling effort was done to collect of water, sediment and clams from three sites in PEI already characterized by different level of HN. This will mainly address the second objective. Over 30 pesticides, including the three commonly used in agricultural activities (chlorothalonil, dimethomorph and cymoxanil), have been screened in water samples, sediments and clam tissues and all results revealed to be negative as non pesticides were detected by GC/MS and LC/MS. Exposure experiments have been also developed (objective 3) to determine if the most commonly applied fungicides in PEI agriculture (Bravo 500® containing chlorothalonil and Manzarte® containing mancozeb) induce HN. Unaffected clams were exposed for six weeks to pesticides, but our results were not conclusive, as no induction of disease was observed for all treatments in which contaminant concentration varied between 1 to 100 ug/l exposures. These results suggest than these contaminants seem not directly induce development of haemic neoplasia in clams. There implications would be more related to complex interaction with others factors, such as environmental (starvation, temperature stress, etc...) and biotic factors (genetic susceptibility of clams, presence of virus, etc...).

Experiments to determine susceptibility of various clam beds to develop HN (objective 4) have been realized in summer 2005. Negative clams from six different beds (Magdalen Islands, Saguenay fjord, South shore of St Lawrence estuary, New Brunswick, PEI and Newfoundland) have been exposed in triplicate to positive HN clams from PEI for six weeks. At the end of experiment, hemolymph and tissues have been sampled for flow cytometry analyses and determination of genetic variability with use of microsatellites markers (objective 5) determination. Microsatellites markers are have been

developed on tetranucleotides and multiple markers. This focus increase efficiency of analyses and interpretation since the level of possible nil alleles is reduced with the tetranucleotides microsatellite.

Utilisation de filets de protection pour limiter la prédation des myes ensemencées

Myrand, B., L.Chevarie

Jusqu'en 2004, la stratégie du programme MIM et de l'entreprise myicole locale (Élevage de myes PGS Noël inc.) était de s'approvisionner en semis par transfert de myes de 15 à 40 mm récoltées au préalable sur le gisement naturel du havre aux Basques. Compte tenu de la taille appréciable des myes ensemencées, il a été convenu qu'il n'était pas nécessaire de recouvrir les parcelles expérimentales avec un filet de protection pendant une longue période. Les myes étaient probablement de taille suffisamment grande pour ne pas être sujettes à une importante prédation. Les filets étaient donc placés sur les parcelles expérimentales pour une période limitée (deux semaines) dans le but surtout de minimiser la dispersion possible des myes le temps qu'elles s'enfouissent et s'installent à bonne profondeur dans le substrat.

En 2004, la stratégie d'approvisionnement a changé en raison des piètres résultats obtenus de façon récurrente avec les myes transférées de la lagune du Havre aux Basques vers la lagune du Havre aux Maisons. À partir de ce moment, ce sont des myes de plus petite taille (moyenne de 12 mm) qui ont été ensemencées. Selon les résultats obtenus par Nadeau et Myrand (voir B. Thomas, Mesure de la dispersion de mye commune (*Mya arenaria*) entre 2003 et 2004 au Québec dans ce compte rendu) ces petits individus n'étaient probablement pas beaucoup plus susceptibles à la dispersion malgré leur faible profondeur d'enfouissement (proportionnelle à la taille de la mye). Dans le cadre de leur expérience, ils ont observé que la très grande majorité des myes de 10 mm ne bougeaient pas tout au long de la saison malgré des conditions de turbulence élevée à l'occasion. Ces petites myes étaient par contre plus vulnérables à la prédation. D'ailleurs, les premiers essais d'ensemencement avec ces petites myes se sont soldés par des pertes très importantes dès la première saison (jusqu'à 80 % de pertes). Les échantillonnages limités n'ont alors pas permis de déterminer quand avaient lieu ces pertes. C'est dans cette optique qu'une expérience fut menée en 2004 pour mieux identifier quand ont lieu les pertes et déterminer quel est l'effet du maintien des filets de protection pendant toute la première saison.

L'expérience a débuté le 22 juillet avec des myes de taille moyenne de 10 mm ensemencées à une densité de 1 000 myes/m² sur des parcelles expérimentales de 4 m². Cinq parcelles ont été recouvertes avec un filet de protection pendant la période habituelle de deux semaines tandis que cinq autres ont été recouvertes jusqu'au début novembre (photo 1). Des échantillonnages ont été réalisés toutes les deux semaines sur chacune des dix parcelles expérimentales. Il n'y a pas eu d'interaction significative « date x traitement ». Il est donc possible de comparer directement les facteurs principaux, dont les traitements. Il y a eu une différence significative entre les deux traitements avec une récupération moyenne au cours de la saison de 93 % pour les parcelles avec filet vs 71 % pour les parcelles protégées pendant deux semaines



Photo 1. Myes récemment ensemencées sur une parcelle expérimentale protégée par un filet de protection.

seulement (fig. 1). Au début de novembre, le taux de récupération sur les parcelles protégées était de 92 % comparative-ment à 50 % pour les parcelles non protégées. Il n'a pas été possible de mettre en évidence une période particulière où les pertes ont été plus importantes. En fait, les pertes semblent avoir eu lieu de façon régulière pendant toute la saison à raison d'un peu moins de 5 % par semaine.

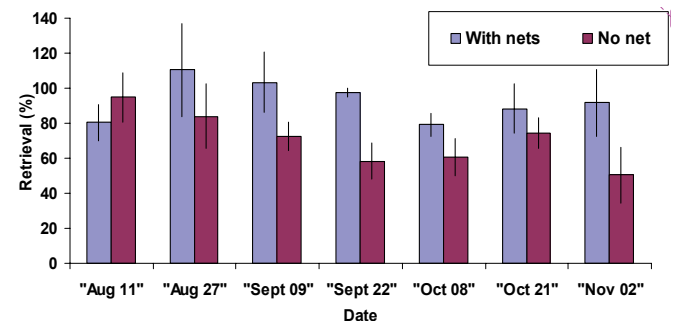


Figure 1. Taux de récupération des jeunes myes ensemencées le 22 juillet 2004 sur des parcelles protégées avec des filets pendant toute la période expérimentale (« with nets ») ou sur des parcelles protégées pendant seulement les 2 premières semaines suivant l'ensemencement (« no nets »).

On a noté une certaine accumulation de sable sur les filets ce qui a rendu leur utilisation plus difficile. Les filets ont aussi été recouverts occasionnellement par des algues, ce qui a nécessité quelques changements en cours d'expérience. Il n'en demeure pas moins que les filets ont offert une grande protection aux jeunes myes. L'usage de filets pendant toute la première saison de croissance devrait donc contribuer à augmenter la rentabilité des opérations myicoles, surtout une fois que cette technique sera mieux maîtrisée.

Sommaire des discussions portant sur les pertes par prédation et en raison de pathologies

Le stress provoqué par des températures élevées et de faibles taux d'oxygène peut influencer l'enfouissement des myes. Les myes ne s'enfouissent pas toujours rapidement.

Selon Jack Grundstrom, au Massachusetts le taux de survie sous les filets est de 95 à 99 %. Tout dépend de la durée pendant laquelle le filet est maintenu au dessus des parcelles ensemencées. Si les filets sont enlevés trop tôt les risques de prédation par le crabe sont plus élevés.

Le filet n'a pas d'effet sur la croissance des myes. Au Massachusetts les filets sont maintenus en place uniquement pendant la première saison, soit jusqu'à ce que les myes atteignent une taille de 25 à 30 mm. Les myes atteignent alors une profondeur d'enfouissement refuge et sont moins vulnérables à la prédation. Le crabe démontre une préférence pour certaines tailles de myes. Il préfère les petites myes car l'énergie nécessaire pour atteindre la chair des grosses myes est plus importante. Les crabes verts s'attaquent d'avantage aux myes sur les périmètres des parcelles. En bassin les myes atteignent une bonne profondeur d'enfouissement après trois jours, mais ça dépend des conditions environnementales. Les myes s'enfouissent plus profondément en hiver qu'en été.

Summary of discussions on losses by predation and pathologies

The stress caused by high temperature and low oxygen can affect clam burrowing. Some times clams are not burrowing rapidly.

The survival under protection nets in Massachusetts is between 95-99 % according to Jack Grundstrom. It depends when the nets are removed over the plots. If it is too early, predation by the green crab may be high.

The nets have no effect on clams' growth. In Massachusetts, plots are covered by nets only during the first season. At the end of this first growing season, clams have reached 25-30 mm. They are less vulnerable to predation because they have reached a depth refuge at this size. The crab prefers a given size range of clams. He prefers the smaller clams because it takes more energy to get access to the flesh of the larger clams. Green crab is more active on the edges of the plots. In laboratory, clams reached the good burial depth after three days but it depends on the environmental conditions. The clams are buried deeper in winter than in summer.

Durée du cycle de production, récupération à la récolte et rentabilité

Production cycle, retrieval at harvest, profitability of soft chell clam culture

Grundstrom, J.

It appears to be impossible not to be able to profitably culture this miraculous mollusk when you consider the findings of Dr. David Belding's Studies in Massachusetts between 1905 and 1910. Listed here is the "Resume of main facts in the natural history of the clam in Massachusetts waters".

Length of life, at least 10 to 12 years

Maximum size in Massachusetts, over 6 ½ inches, weight 2 pounds

Legal size clam, 2 inches (about 2 years old)

Becomes sexually mature when about 1 ½ inches

Spawning period, June 1 to August 31

Average number of eggs, About 3 million (2 ½ inch clam)

Size of eggs, 1/387th inch or 48,000,000 per cubic inch

Swims in water after hatching for about 12 days

Attaches itself after about two weeks by fine thread called byssus

Burrows freely until about 1 ¾ to 2 inches long

Withstands varying degree of salinity 1.004 to 1.024

Will repair usual injuries to shell

Feeds on microscopic plants (diatoms) contained in the water

A bushel of clams yields about 8 quarts of "shucked clams"

Food Value. Edible portion is 34.55% of total weight, Oyster is 13.1%, Scallop is 17.77%, Quahaug is 17.85%.

An acre of shore with a low average of 25 two -and-a-half-inch clams per square foot, contains 1,089,000 clams, approximately 1,000 bushels, and at spawning these may throw out five thousand billions of eggs

Production cycle is based on growth rate. Growth rate is based on time of cover each tide, density of clams, water temperature and frequency of disturbance by predators. (clams will discontinue feeding when predators are present).

Harvest is generally best when market value is highest.

Consider market value and future crop volume to determine best time to harvest.

Crop rotation is a consideration.

Hatchery seed raised in an upweller and planted under secure nets has a more than 90% retrieval rate.

The best possible cycle scenario is as follows:

1. Capture clam spat in the Spring or plant upweller raised clams in the early fall.

2. Protect with nets through Fall to December.
3. Repeat steps A&B on a different parcel the following year and each subsequent year until the first area is ready to harvest.
4. Harvest the area of adult clams and cover the area with nets in conjunction with the harvest to protect undersized clams left behind, and to capture a new set of seed.
5. Repeat step D on each area of clams as they become mature.

One acre of flat 80 % covered with nets = 34,848 sq. ft. At a modest density of 25 two inch clams per sq. ft. = 871,200 clams, 2016 two inch clams= 1 bushel.

432 bushels per acre @ \$100.00 per bushel = \$43,000.00 US.

Remember that 2 1/2" clams are twice the volume of 2" clams, therefore twice the value.

Reference

Leavitt, Dale F., Best management practices for the shellfish culture industry in southeastern Massachusetts, version 09-04a. Southeastern Massachusetts aquaculture center. 100 pp.

Production cycle in Maine

Beal, B. F.

Clam growth rate varies geographically along the coast of Maine. Dow and Wallace (1953) reported that in some areas of eastern Maine, it takes an average of eight years for *Mya* to reach legal size (50.8 mm SL). This average decreases in a southwesterly direction where, in the area from Portland to Kittery, it takes approximately three years for animals to attain SL's of 50.8 mm. In addition, tidal inundation may influence growth rates as clams cease growing during periods when the tide leaves the mudflats. To investigate how clam growth is influenced by tidal position, I have carried out a number of studies during the past decade in eastern Maine. Here, I discuss four of these investigations conducted in Eastport (22 April 1998 to 20 April 1999), Jonesport (6 April to 13 December 1996 and on 11 November 2004), and Addison (10 May to 21 November 2001).

Eastport

Twenty 1/4 m² plots were established at Carrying Place Cove on 22 April 1998 at ten separate locations ranging from extreme low tide (plots 1-3) to lower mid tide (plots 4-6) to upper mid tide (7-9) to upper tide (plot 10). At each location, replicate plots were established. Wild clams used in the study were dug on the St. Croix River side of Half Moon Cove on 19 April 1998 and ranged from 23.8mm to 59.0mm SL. Animals were held in a cold room at 4°C until 22 April when approximately 170 clams were uniquely marked with an oil-based ink (Mark-Tex Corp.) and measured (using vernier calipers) to the nearest 0.1 mm. To facilitate planting the clams and to aid in burrowing, the surface of each plot was roughened minimally using a clam hoe. Seventeen marked and 10 unmarked clams were added to one of the two plots at each location while the other plot contained 27 unmarked individuals. Sediment type varied from location to location along the tidal gradient. Plots became

more sandy towards the mid tide area (except for plot 7 which was located in a blue clay sediment). Plots 1-3 typically were exposed only on the extreme tides of each month, and clam growth rate in these plots was predicted to be the fastest because these animals were inundated for all but a few tides each month. Conversely, growth rate in plot 10 was predicted to be the slowest as it was nearest the upper intertidal and is exposed daily for the most amount of time during each tidal cycle.

On 20 April 1999 all twenty plots were excavated and all live animals were taken to the lab where each was examined for a disturbance line that was thought to coincide with the size of the clam on 22 April 1998. The marked clams enabled me to test the hypothesis that the disturbance line coincided with the size of the animal at the time of planting. Using calipers, I estimated the length of the marked animal at the disturbance line, which I refer to as a predicted length. This measurement was recorded and, after all marked animals from each plot had been measured, these predicted lengths were compared to the actual lengths that had been recorded the previous year. A perfect correlation would, of course, show that the estimated length and the actual length to be identical. I tested statistically whether or not the difference between actual and predicted was zero. Fifty-nine marked individuals (of 170) were found alive in all ten locations. The mean difference between the actual length and the predicted length for these 59 clams was 0.098 mm. The minimum difference was -0.5 mm and the maximum difference was 1.4 mm (fig. 1). A one-sample t-test indicated that the mean difference was not significantly different from zero ($T = 1.836$; $df = 58$; $P = 0.072$). Therefore, I conclude that the obvious disturbance line on each valve coincided directly with the handling, planting, and other disturbance

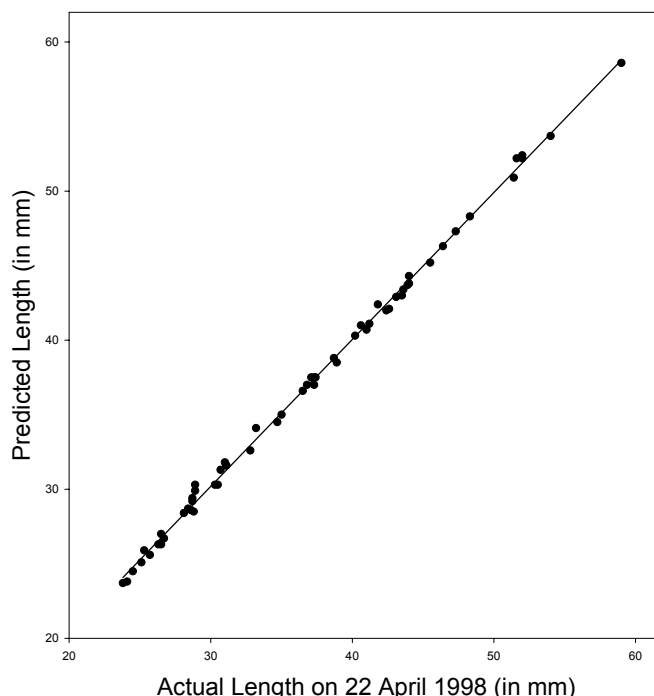


Figure 1. Predicted vs. actual shell lengths of marked clams from Carrying Place Cove, Eastport, Maine, on 20 April 1999. Predicted SL was based on an obvious disturbance mark in the valve of clams that had been marked on 22 April 1998. Because the equation of the line ($Y = -0.55 + 1.012 X$; $n = 40$; $r^2 = 0.998$) is not significantly different from $Y = X$, the disturbance line was used to establish the size of unmarked clams in the growth rate experiment.

the animals endured a year earlier. Because clam growth over the entire year could be discerned, I used Ford-Walford plots (Walford 1946), then converted these to von Bertalanffy equations, and plotted these equations to generate plot- and tide-specific growth rate information.

Only one of 68 marked clams were found alive in plots 1a-4a (lowest tidal heights). In the third plot, a clam initially 49.6 mm grew to a size of 51.1 mm (1.5 mm growth) in a year. In plot three (b), one live unmarked clam (of 27 planted) was found and it had grown only 4 mm from 38.0 mm to 42.0 mm. The fourth plot (b) contained three live, unmarked clams (one had grown 1.9 mm from 54.1 mm to 56.0 mm, the second grew 0.5 mm from 49.1 mm to 50.6 mm, and the third grew 0.8 mm from 48.5 mm to 49.3 mm. Although the number of clams surviving in the first four plots was extremely low, the data indicate that growth rates at the extreme low intertidal levels are not nearly as fast as our initial predictions had indicated. At least two mutually exclusive hypotheses can explain this outcome. The first is that clam size of the surviving animals was quite large at the time of planting (i.e., 48.5 mm to 54.1 mm). These animals were old, perhaps 7-10 years, and may not be expected to grow very quickly if environment is not a very important influence on growth rate. However, if growth is independent of age, these animals should attain the growth of animals of similar sizes at these sites. An alternative hypothesis invokes disturbance as the mechanism that prohibits faster growth of these animals. Mortality due to moon snails (*Euspira* spp.) was extremely high within the first four plots (i.e., the lowest intertidal areas) (see below). Predators such as the infaunal moon snail may have disturbed the clams at the time when they could/should have been putting down (creating) the most shell (i.e., June through September). Since plots were not protected from predators with netting or other deterrents, it was very evident that the majority of animals planted in plots 1-4 had been preyed on by moon snails. In plot 1a and 1b, of 22 clams recovered, all had been drilled by *Euspira*. A similar scenario occurred in the plots at locations 2-4. In fact, sixty clams recovered from the lowest plots had been drilled. Using a dissecting scope equipped with an ocular micrometer, I took two measurements (length and width) on each drilled hole. Then, using an equation I have developed that relates the size of moon snail to its average borehole diameter (see **Predation** section above), I was able to construct a size-frequency distribution of snails that preyed on the planted clams and noted that the average moon snail size was about 40 mm. It appears that at this site, snail size is related to position on the tidal flat with larger snails occupying lower intertidal levels and smaller snails residing at mid and upper intertidal levels.

Annual growth rates could be estimated for live animals found in plots 5-10 at Carrying Place Cove. The percent of clams recovered from these plots varied from 50% to 81% (fig. 2). Near the lower mid tide area, the time to reach a legal size of 50.8 mm varied from 4.5 to 5.5 years. Near the upper mid tide area in the clay sediments (Plot 7), clams apparently grow very slowly and take 7-8 years to reach two inches. Plots 8a & 8b were located in sandy sediments at the same tidal height as Plot 7, but take about 6.5 years to reach 2-inches. Growth rates at or near the highest tidal mark are extremely slow (fig. 2), as clams take longer than ten years to reach legal size.

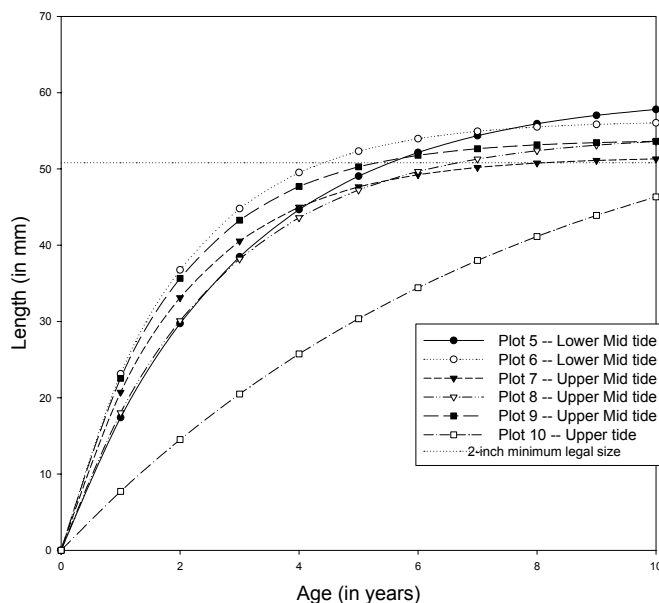


Figure 2. Von Bertalanffy growth plots of wild clams from Carrying Place Cove, Eastport, Maine from 22 April 1998 to 20 April 1999.

Jonesport (6 April to 13 December 1996)

Hatchery-reared clams ($12.4 \text{ mm} \pm 0.31 \text{ mm}$) were placed into open and protected (6.4 mm flexible netting) experimental units at one of three stocking densities (330, 660, and 1320 m^{-2}) at each of three tidal elevations (high, mid, and low intertidal; Beal *et al.* 2001). Data presented here relate shore level gradient to clam growth rate and variability. During the experimental interval, no effect due to predator exclusion on clam growth ($P = 0.0696$) or stocking density ($P = 0.0890$) was detected; however, tidal height effects were highly significant ($P < 0.0001$). Final mean SL of animals at the lowest intertidal was 35% greater than those at the mid tide level and 95% greater than those at the upper intertidal. In addition, growth variation decreased significantly from the lowest to highest tide mark (fig. 3).

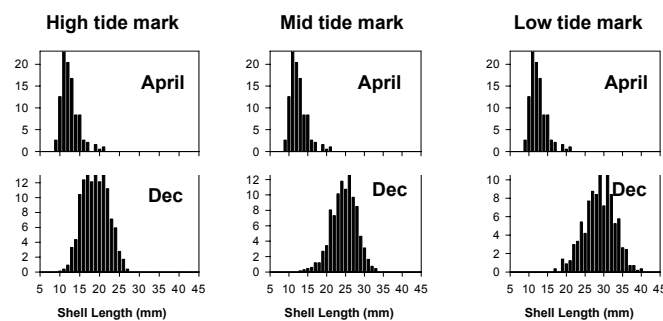


Figure 3. Size frequency distributions of hatchery-reared clams planted at three different tidal heights at an intertidal flat near Jonesport, Maine from 6 April to 13 December 1996. Initial size = 12.4 mm. Most shell growth occurred between early June and 6 August, but rates depended on tidal height (high, mid, and low tide plots = 55%, 42.2%, and 45.2%, respectively). Y-axis is Percent frequency. n_{April} for all tidal heights = 191; n_{December} for high tide, mid tide, and low tide clams = 758, 670, and 571, respectively.

Jonesport (11 November 2004)

Approximately twenty wild clams were collected from the same site in Jonesport as the previous study (Flake Point Bar) at two tidal heights (upper and mid) and the animals aged using annual rings (Newcombe 1935) to estimate tide-specific age-length curves. Once again, Ford-Walford plots were used to generate von Bertalanffy growth equations. Figure 5 shows that clams grow faster when inundated longer during each tidal cycle. Clams attain a legal size of 50.8 mm in 5.8 years at the mid tide level and 7.8 years near the upper intertidal. These results are strikingly similar to those from Eastport at similar tidal levels.

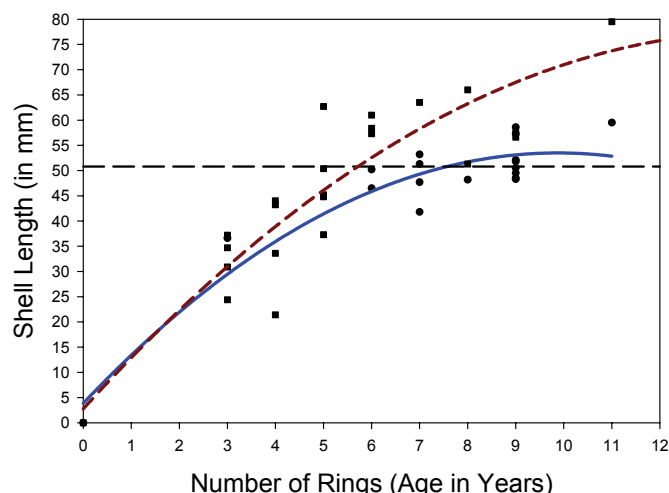


Figure 4. Age-length curves for wild clams collected on 11 November 2004 from two tidal heights at an intertidal flat near Jonesport, Maine. The dashed curve represents growth of clams near the mid intertidal ($n = 17$) whereas the solid curve represents growth of clams near the upper intertidal ($n = 22$). The dashed line parallel to the x-axis is 50.8 mm, or minimum legal size (2-inches SL).

Addison

Hatchery reared clams (12.4 mm SL; stocking density = 535 m^{-2}) were added to twenty-four plastic horticultural pots (as described above) that contained ambient sediments at four intertidal sites on 10 May 2001. Experimental units were arrayed in six blocks of four units at each site. Within each group, a thin, flexible piece of plastic mesh netting (aperture = 6.4 mm) was used to cover the top of two units while the other two received no netting. The purpose of the netting was to deter predators. Groups of four pots were spaced about 2 m apart between the mid to low intertidal at each site. All units were removed from each site on 21 November 2001. Relative and absolute clam growth was assessed using the disturbance mark that appears on each valve of cultured clams once they are added to sediments (Beal *et al.* 1999).

Growth rate was not affected by the presence of the protective netting at any of the four sites ($P > 0.25$). Growth rates varied spatially. Mean increase in SL ranged from a low of 19.2 mm to a high of 27.0 mm. At the site where clam growth rate was fastest (Eastern Harbor; Fig. 5), 73.4% attained a SL > 38.1 mm (1.5-inches) and 1.3% attained a SL > 50.8 mm.

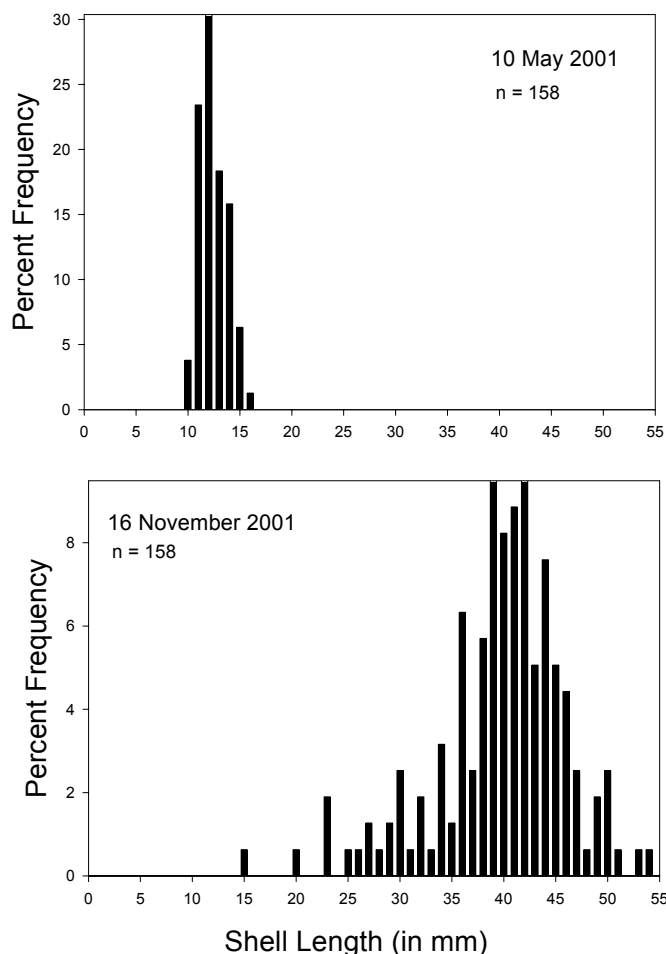


Figure 5. Size-frequency distribution of cultured clams at an intertidal flat near Addison, Maine (10 May to 21 November 2001). Mean SL increased 27 mm during this interval. 1.3% reached > 50.8 mm.

References

- Dow, R.L., Wallace, D.E. 1953. Soft-shell clam growth rates in Maine with comments on other factors influencing production. U.S. Fish Wildl. Serv. Clam Investigations. 4th Annual Conference on Clam Research (17-19 March 1953), West Boothbay Harbor, Maine. pp. 64-72.
- Newcombe, C.L. 1935. Growth of *Mya arenaria* in the Bay of Fundy region. Can. J. Res. 13:97- 137.
- Walford, L.A. 1946. A new graphic method of describing the growth of animals. Biol. Bull. 90:141-147.

La culture de la mye commune à l'Île-du-Prince-Édouard

Landry, T.

Résumé non disponible

Abstract not available

Le potentiel économique de l'élevage de la mye commune aux Îles-de-la-Madeleine

Chevarie, L., B. Myrand, L. Fournier

À la fin des années quatre-vingt-dix, il devenait important pour l'avenir de visualiser les perspectives financières de la myiculture. Un premier scénario économique basé sur la technique d'approvisionnement la mieux documentée à l'époque, le captage en suspension (avec poches à oignons), a donc été conçu. Bien que ce premier scénario contenait quelques données mesurées directement et plusieurs données hypothétiques, il permettait de démontrer qu'il était possible d'atteindre la rentabilité sous certaines conditions.

En 2004, beaucoup de nouvelles données acquises lors des activités du programme MIM et l'entreprise « Élevage de myes PGS Noël inc. » étaient disponibles. Une nouvelle version du scénario économique a alors été adaptée afin de mieux cibler les nouveaux besoins en recherche-développement. Cette mise à jour compte trois différentes versions du scénario : pessimiste, réaliste et optimiste. La version pessimiste est basée sur des taux de récupération (approvisionnement et récolte) et un prix de vente révisés à la baisse. La version réaliste est basée sur des chiffres connus qui ont été acquis directement sur le terrain. La version optimiste est basée sur des taux considérés comme réalisables bien qu'ils n'aient pas encore été atteints ni expérimentalement ni par l'entreprise locale de même que sur un prix de vente plus élevé.

Les données de bases utilisés dans le scénario sont : 1) un captage benthique moyen de 1 200 myes/m², 2) un entreposage hivernal dans des paniers entre septembre et juillet avec des pertes de 5-10 %, 3) différents taux de récupération après l'ensemencement et différents prix de vente (\$/kg) selon les trois versions du scénario (pessimiste : 20 % de récupération et 1,65 \$; réaliste : 30 % de récupération et 2,65 \$; optimiste : 40 % de récupération et 3,31 \$) et 4) un ajout de 10 % pour des dépenses imprévues.

Dans le tableau sommaire des scénarios (voir : *Summary of model*), les bénéfices envisagés sont :

1. scénario pessimiste : - 29 962 \$;
2. scénario réaliste : + 8 652 \$;
3. scénario optimiste : + 43 242 \$.

Pour atteindre le seuil de rentabilité dans la version réaliste du scénario, il faut obtenir un taux de récupération après l'ensemencement à la taille commerciale (51 mm) de 35 % (voir graphique: *Break-even point*). Le taux de récupération à la récolte ressort donc de façon très claire comme un facteur très important en terme de rentabilité, et il doit absolument être meilleur que les résultats obtenus jusqu'à maintenant. Au cours des prochaines années, beaucoup d'efforts seront investis en ce sens, car présentement il y a encore beaucoup de pertes associées à diverses causes (mortalité naturelle, prédation, dispersion, etc.).

Les différentes versions du scénario économique ont fait ressortir plusieurs améliorations qui seront nécessaires au niveau des techniques myicoles pour atteindre la rentabilité. Entre autres, il faudra tenter de diminuer les coûts de production en améliorant l'approvisionnement avec le développement des cages « Noël » et la mécanisation de certaines opérations telles que le tri et la récolte. De plus, il faut mettre les

bouchées doubles afin d'augmenter le taux de récupération à la taille commerciale. Pour ce faire, il faudra vérifier certaines hypothèses : faire croître les myes jusqu'à 20 mm en préélevage (*upweller* ou autres), recouvrir les myes de sable lors de l'ensemencement pour limiter la dispersion et la prédation, protéger les myes avec des filets jusqu'à la fin du premier l'automne lors de l'ensemencement, améliorer les connaissances sur les périodes de perte, la prédation, la dispersion et les facteurs qui influencent la croissance individuelle.

Le scénario économique continuera d'être mis à jour régulièrement au fur et à mesure que de nouvelles données seront disponibles. Les données hypothétiques devront quant à elles être validées. Les données d'approvisionnement obtenues par captage pélagique avec les cages « Noël » seront aussi insérées dans une nouvelle version du scénario qui devrait, à première vue, améliorer les possibilités de rentabilisation. Désormais, un outil de référence très intéressant permet de mieux identifier les besoins prioritaires en recherche-développement.

Sommaire des discussions concernant la rentabilité économique

La croissance est plus lente dans le haut de l'estran que dans le bas. Pour une production, l'effet du site, sur la croissance et la survie, est beaucoup plus important que l'effet du stock.

Afin de diminuer les coûts de production il faut réduire les coûts d'approvisionnement et accroître le taux de retour.

La loi établie la taille commerciale à 50 mm. Il y aurait toutefois un marché pour des myes cultivées de 40 mm.

Summary of discussions on profitability

The growth is slower at the high tide than at the low tide level. The site effect is much more important than the stock effect on production (growth and survival).

To reduce the production costs, spat supply must be cheaper and retrieval at harvest must be higher. The legal size for a commercial clam is 50 mm but there could be a market for 40- mm cultured clams.

Compte rendu des travaux de recherche effectués sur la mye commune (*Mya arenaria*) dans le sud du golfe du Saint-Laurent

Ouellet, M.

Résumé non disponible

Abstract not available

Annexe 1

Coordonnées des participants

Brian F. Beal
University of Maine at Machias
9 O'Brien Avenue,
Machias, Maine 04654
Téléphone : 207-255-1314
bbeal@maine.edu

Jean-Marie Bélisle
Comité côtier Les Escoumins à la rivière Betsiamites
459 route 138
Les Escoumins (Québec) G0T 1Z0
Téléphone : 418 231-2181
comite_cotier@sympatico.ca

Sylvie Brulotte
Institut Maurice-Lamontagne
850, route de la Mer, C. P. 1000
Mont-Joli (Québec) G5H 3Z4
Téléphone: 418 775-0588
brulottes@dfo-mpo.gc.ca

Joseph K. Buttner
Northeastern Massachusetts Aquaculture Center
Department of Biology
Salem State College
Salem, MA 01970 USA
Téléphone : 978-542-6703
joe.buttner@salemstate.edu

Isabel Calderón
Société de développement de l'industrie maricole
466 rue Arnaud,
Sept-Îles (Québec) G4R 3B1
Téléphone : 418 964-8521, poste 230
Isabel.Calderon@sodim.org

Lise Chevarie
Auxiliaire de recherche (programme MIM-II)
UQAR-ISMER
Centre maricole des Îles-de-la-Madeleine (CeMIM)
108-125 chemin du Parc
Cap-aux-Meules (Québec) G4T 1B3
Téléphone: 418 986-4795, poste 238
lise.chevarie@partenaires.mapaq.gouv.qc.ca

Charley Cyr
Pêches et Océans Canada
Institut Maurice-Lamontagne
850, route de la Mer, CP 1000
Mont-Joli (Québec) G5H 3Z4
Téléphone: 418 775-0825
cyrch@dfo-mpo.gc.ca

Chantal Dulude
Polyvalente des Rives
Téléphone : 418 238-5474
clameur@hotmail.com

Maurice Gaudet
Centre maricole des Îles-de-la-Madeleine (CeMIM)
MAPAQ
107-125 chemin du Parc
Cap-aux-Meules (Québec) G4T 1B3
Téléphone : 418 986-4795
maurice.gaudet@mapaq.gouv.qc.ca

Michel Giguère
Institut Maurice-Lamontagne
850, route de la Mer, CP 1000
Mont-Joli (Québec) G5H 3Z4
Téléphone: 418 775-0622
Giguerem@dfo-mpo.gc.ca

John (Jack) Grundstrom
Ipswich Bay Cultured Clam Cooperative
58 Railroad Ave.
Rowley, MA 01969 USA
01969 USA
Téléphone: 978- 948-2508

Heather Hunt
University of New Brunswick,
PO Box 5050,
Saint John, New Brunswick, E2L 4L5,
Téléphone: 506-648-5919
hhunt@unbsj.ca

Thomas Landry
Pêches et Océans Canada
Section des écosystèmes aquatiques
Centre des pêches du Golfe
343, avenue de l'Université, CP 5030
Moncton, Nouveau-Brunswick
Canada E1C 9B6
Téléphone: (506) 851-6219
landry.t@dfo-mpo.gc.ca

Léophane Leblanc
Parcs Canada
Parc national du Canada Kouchibouguac
186, Route 117
Kent, Nouveau-Brunswick, E4X 2P1
Téléphone: 506-876-2443
leophane.leblanc@pc.gc.ca

Wesley Lomax
Lepreau Clam diggers Association
130, Little Lepreau road
Little Lepreau, NB, E5J 1P7
Téléphone: 506-659-3400

Bruno Myrand
Centre maricole des Îles-de-la-Madeleine (CeMIM)
MAPAQ
107-125 chemin du Parc
Cap-aux-Meules (Québec) G4T 1B3
Téléphone : 418 986-4795, poste 224
bruno.myrand@mapaq.gouv.qc.ca

Madeleine Nadeau
Centre maricole des Îles-de-la-Madeleine (CeMIM)
MAPAQ
107-125 chemin du Parc
Cap-aux-Meules (Québec) G4T 1B3
Téléphone : 418 986-4795, poste 229
madeleine.nadeau@mapaq.gouv.qc.ca

Marc Ouellet
Pêches et Océans Canada
Section des écosystèmes aquatiques
Centre des pêches du Golfe
343, avenue de l'Université, CP 5030
Moncton, Nouveau-Brunswick, E1C 9B6
Téléphone: 506-851-2416
ouelletteMC@dfo-mpo.gc.ca

Julie Pariseau
Institut des sciences de la mer
UQAR
310, Allées des Ursulines, C.P. 3300
Rimouski (Québec) G5L 3A1
Téléphone : 418 723-1986
juliepariseau@globetrotter.net

Fabrice Pernet
Institut de recherche sur les zones côtières
232B, avenue de l'Église
Shippagan, Nouveau-Brunswick, E8S 1J2
Téléphone : 506-336-6600
FPERNET@umcs.ca

Philippe St-Onge
232B, avenue de l'Église
Shippagan, Nouveau-Brunswick, E8S 1J2
Téléphone : 506-336-3013
ecmaniac@hotmail.com

Pierre Sylvestre
Regroupement Mamit Innuat
C.P. 335
Mingan, Québec, G0G 1V0
Psylvestre000@globetrotter.net

Paul Tessier
International Northeast Biosciences Corridor
ptessier@nebiocorridor.org

Benoit Thomas
Centre aquacole marin de Grande-Rivière
MAPAQ
C.P. 340, Grande-Rivière, Québec, G0C 1V0
Téléphone : 418-385-2251 #229
benoit.thomas@mapaq.gouv.qc.ca

Benson Travis
Eastern Charlotte Waterways
881, Main
St. Blacks Harbour, N.B E5H 1E6
Téléphone: 506-456-6001
ecwinc@nbnet.nb.ca

Réjean Tremblay
Institut des sciences de la mer
UQAR
310, Allées des Ursulines, C.P. 3300
Rimouski (Québec) G5L 3A1
Téléphone : 418 723-1986, poste 1705
rejean_tremblay@uqar.qc.ca

Robert Vaillancourt
Société de développement de l'industrie maricole
137-3, rue de la Reine
Gaspé (Québec) G4X 1T5
Téléphone : 418 368-4044
robert.vaillancourt@sodim.org

Normand Vautour
Kouchibouguac Commercial Clam Fishermen Association inc.
77 California Road
Galloway, Nouveau-Brunswick. E4W 2J5
Tél: (506) 523-9551

