



**merinov**

réinventer la mer

# Biologie de la mye commune (*Mya arenaria*) et guide d'élevage



**PAR**

Lise Chevarie  
Bruno Myrand  
Réjean Tremblay

On doit citer ce document comme suit : Chevarie, L., Myrand, B., Tremblay, R. 2021. Biologie de la mye commune (*Mya arenaria*) et guide d'élevage. Merinov, guide n° 21-01. 60 pages

### Rédaction

Lise Chevarie, chargée de projet  
Merinov

Bruno Myrand, Ph. D.

Réjean Tremblay, Ph. D., professeur en écophysiologie et aquaculture  
Institut des sciences de la mer de Rimouski

### Révision scientifique

Marie Lionard, Ph. D.  
Madeleine Nadeau, Ph. D.

Ce projet a été réalisé grâce à  
l'appui financier de



et

à l'appui administratif de



Septembre 2021

© Merinov 2021 Tous droits réservés

## Table des matières

Résumé.....	6
Introduction.....	7
Objectifs généraux.....	7
<b>Partie I.....</b>	<b>8</b>
<b>La biologie et l'écologie de la mye commune : <i>Mya arenaria</i>, (Linnaeus, 1758) .....</b>	<b>8</b>
1. Introduction .....	8
2. Classification .....	8
3. Noms vernaculaires .....	9
4. Description physique générale et anatomie.....	9
5. Habitat et distribution (aire géographique) .....	11
6. Conditions environnementales recherchées.....	11
6.1 Sédiments.....	11
6.2 Salinité .....	11
6.3 Température.....	11
7.Reproduction .....	12
8. Cycle biologique.....	13
9. Nourriture et alimentation .....	14
10. Croissance .....	15
11. Prédation .....	16
12. Contamination et intoxication.....	20
13. Pathologies .....	21
<b>Partie II.....</b>	<b>22</b>
<b>Les différentes techniques d'élevage et de repeuplement utilisées à travers le monde pour les bivalves fousseurs et les résultats des principaux travaux qui ont été réalisés aux Îles-de-la-Madeleine .....</b>	<b>22</b>
1. Introduction .....	22
2. L'approvisionnement.....	23
2.1 Production en éclosérie-nurserie .....	23
2.2 Captage en milieu naturel .....	24
2.3 Transfert .....	27
2.4 Travaux aux Îles-de-la-Madeleine .....	27
3. Le prégrossissement .....	29
3.1 Généralités .....	29
3.2 Plateau flottant ou floating tray.....	30

3.3 Poches flottantes.....	31
3.4 Système Upweller (ou de remontée d'eau) .....	32
3.5 FLUPSY .....	32
3.6 Radeaux de sable.....	34
3.7 Poches d'huîtres semi-enfouies dans le substrat.....	35
3.8 Aux Îles-de-la-Madeleine .....	35
4. L'hivernage .....	37
4.1 Dans l'est de l'Amérique du Nord .....	37
4.2 Aux Îles-de-la-Madeleine .....	38
5. Les ensemencements .....	39
5.1 Généralités .....	39
5.2 Aux Îles-de-la-Madeleine .....	41
6. La récolte .....	42
6.1 Généralités .....	42
6.2 Dessablage sous jet d'eau et récolte manuelle.....	43
6.3 Récolteuse mécanique .....	43
6.4 Aux Îles-de-la-Madeleine .....	44
7. Le tri des myes après la récolte .....	45
7.1 Généralités .....	45
7.2 Aux Îles de la Madeleine .....	45
8. Le dessablage.....	46
8.1 Généralités .....	46
8.2 Aux Îles de la Madeleine .....	46
9. La commercialisation et la livraison .....	47
10. Scénarios de production .....	47
11. Conclusion .....	48
<b>Partie III.....</b>	<b>48</b>
1. Matériel et structures d'élevage nécessaires aux différentes étapes de production .....	48
1.1 Approvisionnement.....	48
1.2 Préalévement et contention avant l'ensemencement .....	48
1.3 Ensemencement.....	48
1.4 Récolte.....	48
1.5 Dessablage.....	48
1.6 Commercialisation et livraison.....	48
2. Équipements généraux de travail.....	49

3. Transformation et marché.....	49
4. Permis .....	50
4.1 Permis de site aquacole .....	50
4.2 Permis pour la vente .....	50
Conclusion générale.....	50
Remerciements .....	51
Références .....	51

## Liste des figures

Figure 1. Anatomie interne de la mye commune ( <i>Mya arenaria</i> ).....	10
Figure 2. Cycle biologique de la mye commune ( <i>Mya arenaria</i> ). Dessin tiré de Weston et Buttner (2010). .....	14
Figure 3. Myes communes enfouies dans le sédiment. Les siphons sont étirés pour filtrer l'eau en surface du sédiment. ....	15

## Liste des tableaux

Tableau 1. Grandes étapes du cycle biologique de la mye commune ( <i>Mya arenaria</i> ) avec les durées moyennes et leurs principales caractéristiques. ....	13
Tableau 2. Calendrier des opérations pour les deux scénarios retenus. Le scénario 1 ne comprend pas de phase de prélevage comparativement au scénario 2.....	23

## Liste des photos

Photo 1. Mye commune ( <i>Mya arenaria</i> ) avec ses anneaux de croissance bien visibles.....	10
Photo 2. Siphons (inhalent et exhalent) de myes juvéniles. Les tentacules autour du siphon inhalent sont bien visibles.....	15
Photo 3. Crabe vert ( <i>Carcinus maenas</i> ), sur un filet de protection servant à protéger les myes communes.....	17
Photo 4. Crabe commun ( <i>Cancer irroratus</i> ) qui s'apprête à manger une mye commune dans le cadre d'une expérience en bassins. ....	18
Photo 5. Némerte ( <i>Cerebratulus lacteus</i> ), hors de son terrier. ....	18
Photo 6. A) la lunatie ( <i>Lunatia heros</i> ). B) coquillesde mye commune perforées par la lunatie.....	19
Photo 7. La crevette grise ( <i>Crangon septemspinosa</i> ), une espèce prédatrice de la mye commune (photo : C. Nozères, Pêches et Océans Canada). ....	19
Photo 8. Étoile de mer commune ( <i>Asteria vulgaris</i> ).....	20
Photo 9. Filets benthiques surélevés (tentes) à l'aide des tuyaux de PVC et utilisés pour le captage de myes à Barnstable (Massachusetts).....	25
Photo 10. Filets benthiques utilisés pour le captage de myes à Rowley (Massachusetts). Les bordures sont enfouies dans le sédiment et des petites bouées empêchent l'ensablement du filet.....	25

Photo 11. A) Installation de tapis benthiques en Astro-Turf™ expérimentés aux Îles-de-la-Madeleine pour le captage de la mye commune. B) Aperçu rapproché des languettes de plastique du tapis benthique.....	26
Photo 12. Poche à oignons avec des morceaux de Netron™ à l'intérieur. Ces poches utilisées pour le captage de myes communes sont suspendues à des filières flottantes.....	27
Photo 13. Cage Noël immergée dans la colonne d'eau et utilisée pour le captage de myes. La structure est faite de bois et de moustiquaire (en plastique).....	28
Photo 14. Malformation observée sur la face postérieure de la coquille d'une mye d'environ 35 mm de longueur préalablement gardée en suspension. ....	30
Photo 15. Plateau flottant utilisé au Maine pour le prégrossissement des myes. ....	31
Photo 16. Poches flottantes utilisées pour le prégrossissement des jeunes myes. ....	31
Photo 17. A) <i>FLUPSY</i> utilisé pour le prégrossissement des jeunes myes. Immersion en silo des petites myes au printemps. B) Mouillage du <i>FLUPSY</i> au quai de Cap-Vert à Fatima. ....	33
Photo 18. Radeaux de sable utilisés pour le prégrossissement des myes à Martha's Vineyard (Massachusetts) (A), avec des flotteurs en styromousse installés aux extrémités (B).....	34
Photo 19. Poches d'huitres en Vexar™ à demi enfouie dans le sédiment et utilisées pour le grossissement des palourdes japonaises à Quilcene (Washington).....	35
Photo 20. <i>Upwellers</i> expérimentaux de 15 cm de diamètre fabriqués avec des cylindres en PVC placés dans des chaudières.....	36
Photo 21. Potence utilisée à Martha's Vineyard (Massachusetts) pour soulever les silos de 0,23 m <sup>3</sup> (0,61 cm x 0,61 cm x 0,61 cm) du <i>FLUPSY</i> .....	37
Photo 22. Structures de contention hivernale en treillis métallique utilisées au Maine pour les petites myes communes. ....	38
Photo 23. Panier de contention « pearl-nets » (maille de 4 à 6 mm) placé en suspension dans la colonne d'eau sur une filière flottante pour l'hivernage de jeunes myes de 8-10 mm. ....	39
Photo 24. Délimitation d'une parcelle à ensemercer au Massachusetts. ....	40
Photo 25. Ensemencement « à la volée » de petites myes expérimentales dans la zone intertidale. À gauche, on aperçoit la tige de métal et les crochets qui serviront à retenir le filet de protection en place. ....	40
Photo 26. Récolte de myes communes à Barnstable (Massachusetts) à l'aide d'un puissant jet d'eau et d'une épuisette en métal.....	43
Photo 27. Puissante machine utilisée pour la récolte de quahaugs communes à Barnstable (Massachusetts). ....	44
Photo 28. Prototype d'une récolteuse mécanisée pour la mye commune développée chez Merinov. ....	45
Photo 29. Table de tri artisanale utilisée pour séparer les différentes tailles de myes. ....	46
Photo 30. Bacs de dessablage en plastique installés dans un radeau à marée basse.....	47

## Résumé

Le programme de myiculture aux Îles-de-la-Madeleine (programme MIM) a généré une grande quantité d'activités visant à développer l'élevage de la mye commune (myiculture), *Mya arenaria*, entre les années 2000 et 2012. Majoritairement, il y a eu des travaux de recherche et de développement, mais aussi des missions, des ateliers de travail, des colloques, le tout bonifié d'importantes collaborations. La très grande majorité des activités réalisées ont fait l'objet de rapports. Toutefois, ce document permet de regrouper et de synthétiser toutes les connaissances acquises au fil des ans. Cette présentation sous forme d'un guide complet est donc une étape complémentaire. Les informations contenues dans ce document sont divisées en trois parties. La partie (I) est une synthèse des connaissances sur la biologie et l'écologie de la mye commune (*Mya arenaria*). La seconde (II) compile la description des techniques d'élevage et de repeuplement utilisées à travers le monde pour les bivalves fouisseurs, ainsi que les résultats des principaux travaux qui ont été réalisés aux Îles-de-la-Madeleine. La deuxième partie est les résultats de l'expérience acquise dans le cadre du programme MIM et par l'entreprise locale Élevage de myes PGS Noël inc. Pour compléter, la troisième partie (III) dresse une liste du matériel et des structures d'élevage nécessaires aux différentes étapes de production. Ce guide fournit donc des informations détaillées sur la mye commune, mais aussi sur son élevage, la myiculture, et pourra servir de document de référence dans ces domaines connexes.

## Introduction

Au Québec, les travaux de R et D sur l'élevage de la mye commune ont débuté modestement en 1998. Cependant, les travaux ont pris de l'ampleur avec la mise en place du programme Myiculture aux Îles-de-la-Madeleine (MIM) en 2000. De nombreux rapports d'activités et articles scientifiques ont été rédigés tandis qu'un grand nombre de conférences ont été présentées au fil des ans pour rendre compte des travaux réalisés et des résultats obtenus. Les activités du programme MIM se sont terminées au printemps 2012. Il a alors été jugé pertinent de faire une synthèse des connaissances acquises afin de proposer un guide des meilleures pratiques mycoles.

Dans le cadre du programme, des missions ont été faites au Canada et en Nouvelle-Angleterre pour mieux connaître les travaux et les activités qui étaient menés sur l'élevage de la mye commune (*Mya arenaria*), la palourde japonaise (*Tapes philippinarum*) et la palourde américaine (*Mercenaria mercenaria*). Des ateliers de travail orientés vers l'élevage de la mye commune ont aussi été organisés au fil des ans par les membres du programme MIM ou d'autres intervenants. Ces activités ont permis de développer un réseau de contacts actif avec les principaux intervenants nord-américains dans ce domaine aquacole. Ce réseau a donné accès à des informations non publiées, et difficilement disponibles. Le programme a permis de rassembler les informations, souvent éparées et difficiles d'accès, sur la biologie, l'écologie et l'élevage de la mye commune.

## Objectifs généraux

Ce document comprend trois parties principales. La première présente une synthèse des connaissances disponibles sur la biologie et l'écologie de la mye commune. Cette section présente des informations qui permettent de mieux la connaître et qui sont essentielles pour ceux intéressés par la culture de bivalves fousseurs.

La seconde décrit les pratiques d'élevage et de repeuplement de la mye commune, et autres espèces de bivalves fousseurs, expérimentées dans le monde, plus particulièrement en Amérique du Nord, ainsi qu'une description détaillée des opérations recommandées en myiculture au Québec, et plus spécifiquement aux Îles-de-la-Madeleine. Les méthodes retenues et décrites dans cette section ont été expérimentées dans le cadre du Programme MIM et par l'entreprise locale *Élevage de myes PGS Noël inc.*

La troisième partie présente le matériel et les structures d'élevage nécessaires, ainsi qu'une liste des principaux besoins pour effectuer toutes les étapes de production.



## Partie I

### La biologie et l'écologie de la mye commune : *Mya arenaria*, (Linnaeus, 1758)

#### 1. Introduction

Au cours des dernières décennies, de nombreux travaux de R et D ont été faits sur la mye commune, principalement en Amérique du Nord, mais aussi en Europe. La mye commune est exploitée depuis la fin des années 1800, aussi bien pour la consommation humaine que comme appât (Wallace 1997). Étant donné l'intérêt commercial de cette espèce, plusieurs chercheurs ont consacré une partie de leurs travaux à l'amélioration des connaissances générales de l'espèce. Il existe donc une quantité importante de publications sur la biologie de *Mya arenaria*. Les résultats des travaux du programme MIM, beaucoup plus axés sur les techniques d'élevage, serviront aussi de références pour certaines notions de ce chapitre.

#### 2. Classification

<b>Embranchement</b>	Mollusque ( <i>Mollusca</i> )
<b>Classe</b>	Bivalve/lamellibranches/pélicypodes ( <i>Bivalvia</i> )
<b>Sous-classe</b>	Hétérodontes ( <i>Heterodonta</i> )
<b>Ordre</b>	<i>Myoida</i> ( <i>Eulamellibranches</i> )
<b>Superfamille</b>	<i>Myoidae</i>
<b>Famille</b>	Myidés ( <i>Myidae</i> )
<b>Genre</b>	<i>Mya</i>
<b>Espèce</b>	<i>Arenaria</i>

### 3. Noms vernaculaires

Selon les endroits (pays, régions ou petites localités), il existe plusieurs noms vernaculaires différents qui sont fréquemment utilisés pour définir l'espèce *Mya arenaria*. Dans les différents documents consultés, plus d'une vingtaine de noms différents (français et anglais) ont été répertoriés.

Francophones	Anglophones
Bec-de-jars <sup>1, 2, 3, 11</sup>	Pisseuse <sup>1, 2, 11</sup>
Betjat <sup>11</sup>	Ipswish clam <sup>7</sup>
Clam <sup>4</sup>	Long clam <sup>5, 10</sup>
Clanque <sup>1, 3, 5, 11</sup>	Long-necked clam <sup>1, 3, 5, 6, 10, 11</sup>
Clovisse <sup>5, 11</sup>	Manninose <sup>9</sup>
Coque <sup>1, 4, 11</sup>	Mannose <sup>8</sup>
Gaper <sup>5</sup>	Nannynose <sup>5, 6</sup>
Grosse palourde <sup>1, 5, 11</sup>	Sand gaper <sup>5, 6</sup>
Mye <sup>5</sup>	Soft clam <sup>10</sup>
Mye des sables <sup>1, 2, 3, 11</sup>	Soft-shell clam <sup>1, 3, 5, 6, 10, 11</sup>
Palourde <sup>4</sup>	Steamer clam <sup>3, 4, 5, 6, 8</sup>

<sup>1</sup> : Hawkins 1985

<sup>2</sup> : Bourget 1997

<sup>3</sup> : Le Granché et Damerval 2011

<sup>4</sup> : Chabot et Rossignol 2003

<sup>5</sup> : Hawkins 1994

<sup>6</sup> : Newell 1991

<sup>7</sup> : Site internet Wikipédia

<sup>8</sup> : Baker et Mann 1991

<sup>9</sup> : Dow et Wallace 1952

<sup>10</sup> : Belding 2004

<sup>11</sup> : Bousfield 1964

### 4. Description physique générale et anatomie

Les deux valves (coquilles) de forme quasi elliptique sont blanches ou blanchâtres avec des teintes grises ou brunes et souvent d'apparence crayeuse. Dans certaines localités, les myes sont plus foncées et même presque noires selon la quantité de matière organique contenue dans le substrat. Lorsque les myes vivent dans un substrat sablonneux, leur coquille est plutôt d'un blanc éclatant. Des lignes causées par les différentes périodes de croissance et des événements stressants sont très visibles sur les valves (photo 1). La taille maximale moyenne des myes est d'environ 10 cm (longueur de coquille). Cependant, quelques rares spécimens mesurant jusqu'à plus de 15 cm sont occasionnellement répertoriés (Hawkins 1985). Les coquilles de mye sont considérées comme relativement fragiles comparativement à d'autres bivalves d'intérêt commercial, d'où son nom anglais : *softshell clam*. Deux muscles adducteurs localisés sur les côtés postérieur et antérieur de chaque valve (figure 1) servent à les maintenir fermées lorsqu'ils sont contractés (Belding 2004).



Photo 1. Mye commune (*Mya arenaria*) avec ses anneaux de croissance bien visibles.

La mye possède deux siphons largement extensibles qui sont situés du côté postérieur de la coquille (figure 1, photo 2). Les siphons sont soudés et recouverts d'une membrane protectrice. Le plus gros des deux siphons, le *siphon inhalant*, sert à aspirer l'eau et les particules qu'elle contient tandis que le plus petit, le *siphon exhalant*, sert à expulser l'eau, les fèces et les gamètes lors de la reproduction (Anonyme 1998). À l'opposé des siphons se trouve un organe musculaire, le *ped*, qui assure une certaine locomotion et permet à la mye de s'enfouir dans le substrat (figure 1).

La mye commune possède plusieurs organes internes typiques des bivalves, tels qu'un cœur, un rein, un intestin, des gonades, des branchies, un estomac, ainsi que plusieurs glandes et autres organes nécessaires à ses fonctions vitales (figure 1).

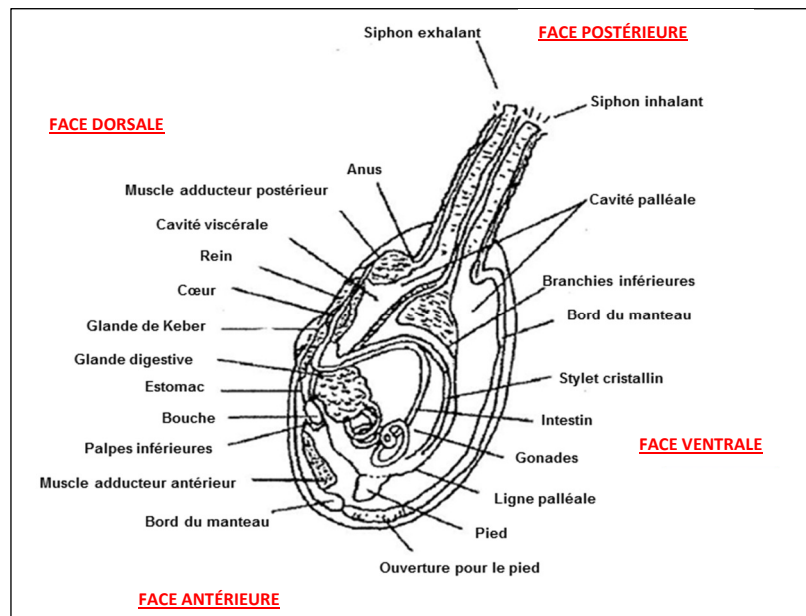


Figure 1. Anatomie interne de la mye commune (*Mya arenaria*).  
Dessin modifié de Hanks (1963) et Hawkins (1985).

## 5. Habitat et distribution (aire géographique)

La mye commune vit principalement dans les sédiments sablonneux et vaseux des littoraux exposés aux marées, dans la zone intertidale. Quelques individus, souvent de plus grande taille, sont aussi retrouvés dans la zone subtidale jusqu'à une profondeur de 200 m (Baker et Mann 1991; Newell 1991).

L'espèce est retrouvée sur un assez vaste territoire. Elle colonise principalement la côte Est des États-Unis et du Canada avec de fortes densités du Labrador à la Caroline du Sud et des densités plus faibles en Floride. La mye se retrouve aussi en faible densité sur la côte ouest-américaine, où elle a été introduite accidentellement vers les années 1880, lors du transfert de naissain d'huitres (Hawkins 1985). Enfin, elle colonise aussi une portion des littoraux européens et asiatiques. Ainsi, on retrouve des myes communes au Royaume-Uni, dans le pays de Galles, mais aussi dans la péninsule de Kamtchatka en URSS (Hawkins 1985, Newell 1991).

## 6. Conditions environnementales recherchées

La mye commune est sédentaire, et endobenthique, c'est à dire qui vit enfouie dans les sédiments (Garnerot 2007). Elle est fortement influencée par les conditions environnementales.

### 6.1 Sédiments

*Mya arenaria* croît plus rapidement dans les substrats sablonneux ou sablonneux-vaseux (Newell et Hidu 1982; Brousseau et Baglivo 1987).

### 6.2 Salinité

La mye commune est une espèce euryhaline, c'est-à-dire qu'elle tolère des fluctuations marquées de salinité. Cependant, la salinité optimale se situe entre 25 et 35 (Hawkins 1985). Si la salinité devient trop faible, la mye peut montrer des signes de détresse et ralentir son taux de filtration (Newell et Hidu 1986). Le seuil de salinité létal pour les individus adultes est de 5 (Baker et Mann 1991, Newell 1991).

Dans les lagunes des Îles-de-la-Madeleine, la salinité est optimale et relativement stable, variant de 28 à 32 avec des diminutions exceptionnelles jusqu'à 25 (Myrand 1991, Chevarie et Myrand 2006a, 2006b, 2007, Chevarie *et al.* 2008). Cette stabilité est due au peu de sources d'arrivée d'eau douce dans les lagunes.

### 6.3 Température

La température de l'eau influence plusieurs aspects de la biologie de la mye dont sa période de ponte, sa croissance et sa distribution (Newell et Hidu 1986). La mye est un organisme eurytherme, c'est-à-dire qu'elle tolère des fluctuations marquées de température. Elle peut supporter des températures inférieures à 0 °C (Newell et Hidu 1986). Lors des périodes de gel, les myes survivent en utilisant leurs réserves en glycogène (Newell et Hidu 1982). Cependant, la température peut devenir létale quand elle atteint des valeurs entre 28 °C et 34 °C, dépendamment des environnements (Newell et Hidu 1986).

La température moyenne journalière de l'eau mesurée sur une base régulière au niveau de la zone intertidale des lagunes des Îles-de-la-Madeleine est demeurée généralement inférieure à 25 °C (Myrand 1991, Chevarie et Myrand 2006a, 2006b, 2007, Chevarie *et al.* 2008). Toutefois, des pointes ponctuelles avoisinant les 30 °C ont été exceptionnellement observées dans la lagune du Havre aux Maisons (en début d'après-midi et à faible profondeur), mais aucun épisode de mortalité n'a jamais été observé en lien avec ces pics de température (obs. pers., Lise Chevarie). En hiver, la température atteint des valeurs inférieures

à 0 °C de la fin décembre à la fin mars dans la colonne d'eau des lagunes, avec des valeurs minimales de l'ordre de -1,5 °C (Merinov, données non publiées). La croissance des myes est pratiquement nulle pendant cette période. En résumé, la température de l'eau dans les lagunes des Îles-de-la-Madeleine correspond aux valeurs optimales pour la croissance des myes pendant environ six mois de l'année (début mai fin octobre) (Chevarie *et al.* 2021).

## 7.Reproduction

L'espèce est dioïque (ou gonochorique), c'est-à-dire que les sexes sont séparés (Hawkins 1985). Le sexe-ratio est d'environ 1 ♂ : 1♀ (Newell 1991, Brulotte et Giguère 2007). Il est impossible de différencier le sexe d'un individu à l'œil nu. Pour y parvenir, il faut faire un examen des gonades sous une loupe binoculaire. Ainsi, des coupes histologiques des gonades doivent être faites et celles-ci permettront même de distinguer le stade de maturation des gonades comme présenté dans Brulotte et Giguère (2007). Les individus d'environ 20 mm de longueur sont généralement capables de se reproduire (Newell 1991), mais dans nos régions plus septentrionales, la maturité sexuelle est généralement atteinte plus tard (Brulotte et Giguère 2007) avec des myes mesurant de 29-30 mm aux Îles-de-la-Madeleine et de 45-46 mm à Pointe-aux-Outardes. Dans nos régions, on observe des gamètes dans les myes de la fin mai à la fin juin (Brulotte et Giguère 2007). Le nombre de gamètes produits est en lien direct avec la taille de la mye (Baker et Mann 1991). Ainsi, un jeune individu femelle, généralement de petite taille, produit plus d'un million de gamètes tandis qu'une mye de 10 ans, de plus grande taille, peut en produire près de 9 millions (Le Granché et Damerval 2011, Brousseau 1978). La disponibilité de la nourriture influence quant à elle, le développement des gamètes, et donc, le moment et l'importance de la ponte (Newell et Hidu 1986).

Une fois les gamètes matures, le déclenchement de la ponte est engendré par un signal provenant de l'environnement ambiant afin de mieux synchroniser la ponte des individus. Il s'agit habituellement de changements brusques et importants des conditions ambiantes. Une prolifération soudaine de phytoplanctons peut stimuler la ponte (Newell et Hidu 1986). Cependant, le facteur le plus influent est la température de l'eau puisqu'une hausse significative est souvent à l'origine de la ponte printanière (Newell et Hidu 1986, Aucoin *et al.* 2004). Il semble que la température doit dépasser le seuil des 7 °C avant que la ponte ne puisse être déclenchée (Brulotte et Giguère 2007), mais Weston *et al.* (2010) font plutôt référence à une température seuil de l'ordre de 10 °C. Les mâles sont généralement les premiers à libérer leurs gamètes, ce qui libère aussi des phéromones qui incitent les femelles à libérer leurs œufs (Newell et Hidu 1986). La fertilisation des gamètes (œufs et spermatozoïdes) est externe. Une fois les gamètes relâchés via le siphon exhalant, la fertilisation a lieu dans la colonne d'eau au hasard (Hawkins 1985).

La reproduction a généralement lieu à l'approche de l'été et une deuxième ponte est souvent observée en début d'automne (Hawkins 1985). Aux Îles-de-la-Madeleine, une première ponte a lieu généralement entre la mi-mai et la mi-juin (Brulotte et Giguère 2007). Des suivis larvaires effectués pendant plusieurs années corroborent cette information (Francine Aucoin Merinov, comm. pers.). Cependant, on observe aussi des périodes de ponte additionnelles de moindre importance, mais qui peuvent s'étaler durant tout l'été jusqu'au début de septembre (Brulotte et Giguère 2007). Les essais de captage avec des collecteurs benthiques mis à l'eau à la mi-juin et récupérés à différentes dates en septembre ont confirmé la présence de très jeunes myes à cette période (Myrand *et al.* 2012). Ceci corrobore les observations de Brulotte et Giguère (2007) indiquant que les myes de la lagune du Havre aux Maisons contiennent des gamètes matures, surtout en mai et juin et que la ponte s'étale de juin à août et même jusqu'au début septembre.

## 8. Cycle biologique

Le cycle biologique de la mye comprend plusieurs étapes caractéristiques des bivalves (tableau 1 et figure 2). Une fois la ponte déclenchée, la fertilisation des œufs par les spermatozoïdes se produit dans la colonne d'eau au cours des douze heures qui suivent. Les œufs ont un diamètre de 40-50  $\mu\text{m}$  (Weston *et al.* 2010). Cette fécondation entraîne rapidement les premières divisions cellulaires qui produisent une larve trochophore après environ 12 à 24 heures (Newell et Hidu 1986; Aucoin *et al.* 2004). La présence d'un cil apical et d'un velum permet une locomotion limitée de la larve qui tourne alors sur elle-même. Le développement va se poursuivre et passer par trois stades larvaires distincts et identifiables sous microscope : D-véligère, umbo-véligère et pédivéligère (tableau 1) (Weston et Buttner 2010; Aucoin *et al.* 2004). Pendant toute la période larvaire, la larve est emportée au gré des courants.

**Tableau 1. Grandes étapes du cycle biologique de la mye commune (*Mya arenaria*) avec les durées moyennes et leurs principales caractéristiques.**

Étape	Durée moyenne*	Caractéristiques
Ponte	Environ 4 mois	Libération de sperme et d'œufs.
Fertilisation	0-12 heures	Fécondation des œufs.
Larve trochophore	12-24 heures	Bien formée, premières divisions cellulaires, présence d'un cil apical.
Larve D-véligère	10-20 jours	En forme de D, présence d'une coquille et d'un velum cilié pour s'alimenter et se déplacer.
Larve pédivéligère	12-16 jours	Apparition d'un pied musculaire et d'un ocelle. Larve compétente à la fixation.
Mye juvénile	Environ 23-36 jours	Enfouissement dans le substrat à l'aide du pied et croissance jusqu'au stade adulte.
Taille commerciale	5 à 7 ½ ans	Myes observées aux Îles-de-la-Madeleine.

\*Les durées moyennes peuvent varier selon les conditions environnementales particulières aux régions

Au stade D-véligère, la larve commence à sécréter une première coquille et prend la forme d'un D. À ce moment, elle mesure environ 90 x 105  $\mu\text{m}$ . Elle poursuit ensuite son développement jusqu'à ce qu'elle prenne une forme arrondie. En parallèle, se développe un pied qui va devenir fonctionnel afin de permettre à la jeune mye de prospecter des surfaces potentielles de fixation. C'est le stade pédivéligère. La larve est alors prête à se fixer sur les surfaces disponibles qu'elle rencontre, telles que les algues, les vieux cordages, les roches, les grains de sédiments, les vieux coquillages, les collecteurs, etc. La larve pédivéligère se métamorphose ensuite en postlarve plantigrade (d'environ 310 x 380  $\mu\text{m}$ ) si la surface explorée lui convient. Elle se fixe au substrat à l'aide de son byssus composé de fins filaments adhésifs. La durée de la période larvaire est de l'ordre de 30-35 jours, mais elle varie en fonction des conditions ambiantes. Au moment de la métamorphose, la jeune mye mesure environ 200  $\mu\text{m}$  (Weston *et al.* 2010). À ce stade, la postlarve peut encore se déplacer en rampant avec son pied. Environ 90-99 % des individus produits ne survivent pas à la période larvaire (Baker et Mann 1991).

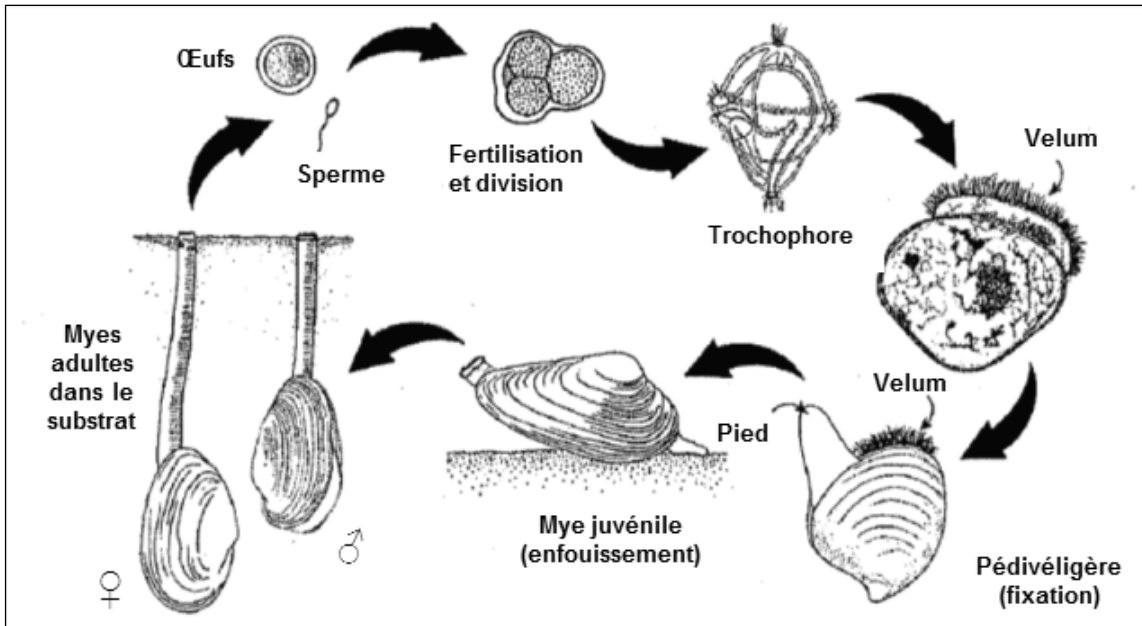


Figure 2. Cycle biologique de la mye commune (*Mya arenaria*). Dessin tiré de Weston et Buttner (2010).

En se déplaçant, la jeune postlarve s'enfouit tout près de la surface en raison de sa petite taille : les jeunes myes < 5 mm sont habituellement retrouvées à moins d'un centimètre de la surface (Hunt 2004). Ceci la rend très vulnérable à la prédation, mais aussi à la dispersion conséquente à sa remise en suspension causée par l'érosion des sédiments environnants (Emerson et Grant 1991, Dunn *et al.* 1999, Hunt et Mullineaux 2002). La jeune mye peut ainsi être déplacée passivement par les courants de façon répétée, ce qui influence grandement la redistribution de la population (Hunt et Mullineaux 2002). Lorsque sa taille atteint environ 6 mm, elle s'installe de façon plus définitive, il y a alors peu de déplacements (Hawkins 1985). La jeune mye peut tout de même demeurer active et se déplacer jusqu'à environ 15 mm (Baker et Mann 1991). Elle vivra ensuite enfouie dans le substrat pour le reste de sa vie. Si pour une raison quelconque (tempête, courant extrême, etc.), elle est dessablée, elle s'enfouira à nouveau. Le processus d'enfouissement suit la séquence suivante : la mye 1) enfonce son pied dans le sédiment pour se soulever légèrement; 2) rejette l'eau contenue dans la cavité palléale en contractant les muscles qui relient ensemble les deux valves de la coquille tout en donnant une rigidité maximale à son pied; 3) relâche les muscles de la coquille qui s'ouvre dans le sédiment ameubli afin de permettre au pied de s'allonger à nouveau; 4) répète ces mouvements jusqu'à l'enfouissement complet (Trueman 1968; Pérès 1976).

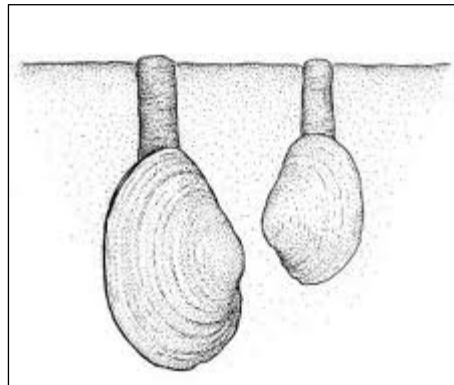
## 9. Nourriture et alimentation

La mye est un filtreur suspensivore et microphage qui se nourrit de petites particules en suspension (plantes et animaux microscopiques) retrouvées à la surface du sédiment à la hauteur du siphon (Garnerot 2007). Elle ingère aussi de la matière détritique. Le phytoplancton (algues microscopiques incluant les diatomées, les dinoflagellés, etc.) est considéré comme son principal aliment. Le phytoplancton est nourrissant, car il possède une bonne valeur calorique (Anonyme, 1998). L'eau est entraînée dans le siphon inhalant par le mouvement des cils qui le bordent (photo 2) et elle est expulsée via le siphon exhalant après avoir été débarrassée des particules (dont le phytoplancton) qu'elle contenait par filtration à travers les branchies (figure 1). Une mye peut ainsi filtrer jusqu'à 54 litres d'eau par jour (Hawkins 1985). La figure 3 indique comment la mye enfouie dans le sédiment peut sortir légèrement son siphon hors du

substrat en l'allongeant pour s'alimenter. Souvent, l'extrémité du siphon n'est pas visible à la surface. Les siphons de la mye sont très extensibles et peuvent même atteindre une taille plus importante que sa coquille. La longueur du siphon détermine la profondeur d'enfouissement de la mye (Zwarts et Wanink 1989).



**Photo 2. Siphons (inhalent et exhalent) de myes juvéniles. Les tentacules autour du siphon inhalent sont bien visibles.**



**Figure 3. Myes communes enfouies dans le sédiment. Les siphons sont étirés pour filtrer l'eau en surface du sédiment.**

## **10. Croissance**

La croissance de la coquille se fait à partir de la déposition de carbonate de calcium et d'aragonite qui sont sécrétés par le manteau (Anonyme 1998). La croissance diminue de façon exponentielle avec l'âge de la mye (Brousseau 1979). Autrement dit, la croissance est rapide chez les jeunes myes et elle ralentit rapidement avec l'âge.

La croissance est très variable d'une région à l'autre puisque les conditions sont souvent assez différentes et typiques de chaque localité. La température, la salinité, l'abondance de nourriture, le type de sédiments, le niveau intertidal et la pollution peuvent l'influencer (Baker et Mann 1991). La croissance se déroule quand la température est  $> 5\text{ }^{\circ}\text{C}$  (Beal 2006) et le taux de croissance augmentent avec la température (Stickney 1964a, Newell 1991) de sorte que les meilleures croissances sont obtenues dans les régions les plus au sud où les températures moyennes journalières sont les plus élevées. Ainsi, la taille



légale de commercialisation de 51 mm est obtenue rapidement, soit entre 1 et 3 ans, dans le sud de la Nouvelle-Angleterre, mais prend jusqu'à 6 à 7 ans dans les endroits plus nordiques (Hanks 1963, Newell 1991).

La mye croît plus rapidement pendant les périodes les plus chaudes, c'est-à-dire entre le printemps et la fin de l'été. La croissance peut même cesser pendant l'hiver dans les endroits les plus froids comme le Québec. Les températures optimales de croissance et de survie pour la mye sont entre 6 et 20 °C (Hawkins 1985, Newell et Hidu 1986).

À cause de son mode d'alimentation, la mye ne peut se nourrir que lorsqu'elle est immergée. Aussi, la mye enfouie en zone intertidale cesse de s'alimenter quand elle est à découvert à marée basse. Plus la durée d'exondation est longue, plus la période d'alimentation sera courte et plus la croissance de la mye sera ralentie. C'est pourquoi la croissance est plus lente dans le haut que dans le bas de l'estran (Newell 1991).

Le type de sédiments affecte aussi la croissance (Newell et Hidu 1986), qui est davantage favorisée dans les sédiments plus fins et sablonneux comparativement aux sédiments plus grossiers et vaseux (Newell et Hidu 1982, Jacques *et al.* 1984). Les myes provenant d'un milieu plus sablonneux et vaseux ont une forme plus allongée et mince, alors que celles vivant dans des sédiments plus grossiers sont de forme plus arrondie (Newell et Hidu 1982).

Dans la lagune du Havre aux Maisons aux Îles-de-la-Madeleine, les myes atteignent 51 mm après 5 à 7,5 ans (Brulotte *et al.* 2006, Chevarie *et al.* 2021,). Elle semble même encore plus lente (jusqu'à 11,5 ans) sur certains autres gisements des Îles-de-la-Madeleine (Brulotte *et al.* 2006) et dans les secteurs les plus nordiques comme l'embouchure de la rivière Mingan, où dans ce cas, la taille commerciale serait atteinte en 9 à 12 ans (Brulotte et Giguère 2003).

Les anneaux visibles sur l'extérieur des coquilles (photo 1) ne doivent pas être utilisés pour tenter de déterminer l'âge des myes. Cette méthode est très imprécise et ne reflète généralement pas la réalité, car les anneaux peuvent avoir été produits à la suite de stress. Une technique beaucoup plus précise, basée sur le décompte des anneaux internes, a été développée (MacDonald et Thomas 1980, Cerrato *et al.* 1991). Elle exige toutefois plus de manipulations et de matériel spécialisé (binoculaire, scie à otolithes, etc.) que le simple décompte des anneaux externes.

## 11. Prédation

Sédentaire, la mye commune est particulièrement sujette à la prédation là où ses prédateurs abondent. Au moins une dizaine d'espèces sont reconnues comme étant d'importants prédateurs de la mye, tandis que quelques autres espèces ne les consomment qu'occasionnellement exerçant une pression de prédation moins importante. Les prédateurs de la mye sont présentés ci-dessous.

Compte tenu de la fragilité de sa coquille, la mye se protège des prédateurs en s'enfouissant dans le substrat (Miron *et al.* 2005). Sa profondeur d'enfouissement augmente avec sa taille (Zaklan et Ydenberg 1997), ce qui a pour effet d'accroître sa sécurité en la rendant moins accessible aux prédateurs. Plusieurs études (Floyd et Williams 2004, Beal 2005; Miron *et al.* 2005, Pickering et Quijon 2011) font état que la mye atteindrait une taille refuge qui la met à l'abri de la majorité des prédateurs vers la taille d'environ 20-30 mm. Whitlow (2010) rapporte que les myes de 20 mm qu'il a étudiées étaient à une profondeur d'environ 3,5 cm, tandis que Zwartz et Wanink (1989) rapportent que la profondeur d'enfouissement

des myes de 20 mm variait entre 1,5 et 6 cm pour une moyenne d'environ 2,5 cm. Toutefois, les myes ayant atteint la taille refuge demeurent vulnérables à la prédation en raison des ouvertures dans sa coquille qui permettent le passage des siphons et du pied, mais qui fournissent aussi un accès aux tissus mous de l'animal, particulièrement pour les crabes avec leurs pinces (Pickering et Quijon 2011). Elle devient aussi vulnérable lorsque des conditions turbulentes (vents, courants, etc.) l'entraînent à la surface.

Le crabe vert *Carcinus maenas* (photo 3) est sans aucun doute le prédateur qui cause le plus de dommage aux populations de mye commune de l'Amérique du Nord (Hanks 1963, Ritchie 1976, Anonyme 1998, Miron *et al.* 2005). Originaire de l'Europe, cette espèce est d'abord apparue en Amérique du Nord dans la région de New York et du New Jersey au début du 19<sup>e</sup> siècle (Audet *et al.* 2003). Elle a fait ensuite son apparition sur les battures du Nouveau-Brunswick et de la Nouvelle-Écosse, il y plus de cinquante ans (Medcof et MacPhail 1955) et sur celles du sud-est de l'Île-du-Prince-Édouard en 1997 (Gillis *et al.* 2000, Audet *et al.* 2003). Le crabe vert fait annuellement d'importants ravages dans les populations de myes de l'Est américain et des provinces maritimes (Dow et Wallace 1952, Glude 1955, MacKenzie 1979). On considère même qu'il contrôle l'abondance des populations de myes sur les bancs naturels du Maine (Hidu et Newell 1989). Très agressif et vorace, il est particulièrement actif dans la zone intertidale. Il s'attaque sans problème aux myes qui atteignent jusqu'à 35-40 mm (Miron *et al.* 2005, Pickering et Quijon 2011). En effet, le crabe vert peut creuser des cratères dans le sédiment jusqu'à une profondeur de 15 cm pour atteindre une proie (Smith et Chin, 1951; Williams, 1984; Pickering et Quijon 2011). De plus, il est très tolérant aux variations de salinité et de température (Hines et Ruiz 2001), ce qui en fait un prédateur très résistant et difficilement contrôlable qui met parfois en péril plusieurs autres espèces vivant dans le même milieu. D'ailleurs, sa distribution ne cesse de s'étendre et les premiers spécimens ont été répertoriés aux Îles-de-la-Madeleine en 2004 (Paille *et al.* 2006). Cependant, seuls quelques petits individus juvéniles ont été observés au fil des ans sur le gisement naturel de la dune du Nord aux Îles (L. Chevarie, obs. pers.). Ce n'est donc pas encore une menace pour la population locale.



**Photo 3. Crabe vert (*Carcinus maenas*), sur un filet de protection servant à protéger les myes communes.**

Le crabe commun, *Cancer irroratus* (photo 4), est également un prédateur très abondant dans les eaux de l'est du Canada. C'est probablement le prédateur le plus important pour la mye dans nos régions, puisqu'il peut s'attaquer efficacement aux myes mesurant jusqu'à 40 mm, et plus particulièrement à celles qui ont une taille inférieure à 25 mm (Miron *et al.* 2005, Nadeau *et al.* 2014). Le crabe commun est très présent sur les sites d'élevage de la dune du Nord aux Îles. Plusieurs expériences en laboratoire et en milieu naturel ont démontré que le nombre de myes victimes de prédation par le crabe commun peut être important.

Les myes de plus grande taille (jusqu'à 40-45 mm) ne sont pas totalement à l'abri, puisqu'elles sont aussi victimes des crabes qui utilisent leur bonne capacité d'excavation. Toutefois, les myes de plus petite taille (20-25 mm), enfouies moins profondément, semblent plus sujettes à la prédation (Nadeau *et al.* 2014)



**Photo 4. Crabe commun (*Cancer irroratus*) qui s'apprête à manger une mye commune dans le cadre d'une expérience en bassins.**

Le néemerte *Cerebratulus lacteus* (photo 5) est aussi un des plus importants prédateurs de la mye dans certains secteurs de l'Île-du-Prince-Édouard et de la Nouvelle-Écosse (Anonyme 1998, Rowell 1992, Bourque *et al.* 2001). Il peut s'attaquer aux myes de toutes les tailles, c'est à dire jusqu'à 50 mm (Bourque *et al.* 2001). Au cours des activités réalisées dans le cadre du programme MIM, quelques néemertes ont été répertoriés dans les lagunes sablonneuses des Îles-de-la-Madeleine, mais leur abondance semble beaucoup plus limitée que dans les provinces maritimes. Il ne semble donc pas y avoir, pour l'instant, de prolifération de l'espèce dans la région.



**Photo 5. Néemerte (*Cerebratulus lacteus*), hors de son terrier.**

La lunatie, *Lunatia heros* (photo 6A) est un gastéropode qui s'attaque surtout aux myes de 20 à 50 mm (Hidu et Newell 1989). Elle est capable de s'enfouir profondément dans les sédiments pour atteindre sa proie (Commito 1982) dont elle perfore la coquille avec sa radula. Les myes victimes de ce prédateur sont facilement identifiables par le trou circulaire qui orne leurs coquilles (photo 6b). La lunatie a été identifiée comme un important prédateur dans certaines régions du Maine et du sud du Nouveau-Brunswick (Anonyme 1998, Beal 2006, 2007).

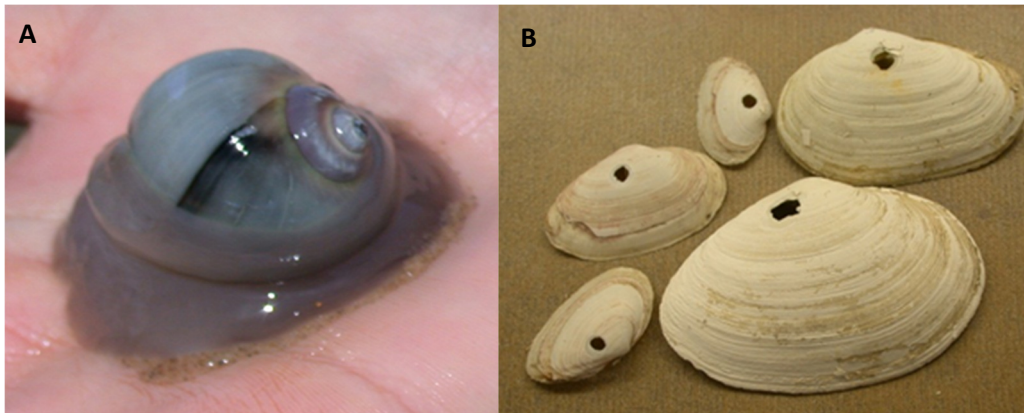


Photo 6. A) la lunatie (*Lunatia heros*). B) coquilles de mye commune perforées par la lunatie.

La crevette grise de sable, *Crangon septemspinosa* (photo 7), est un redoutable prédateur des myes de taille inférieure à 3 mm (McKenzie et McLaughlin 2000; Hunt 2004). Elle s'attaque aussi aux myes plus imposantes qui sont moribondes ou mortes. La prédation par ces crevettes est souvent observée lors des ensemencements de myes, sur les individus moribonds (L. Chevarie; obs. pers.).

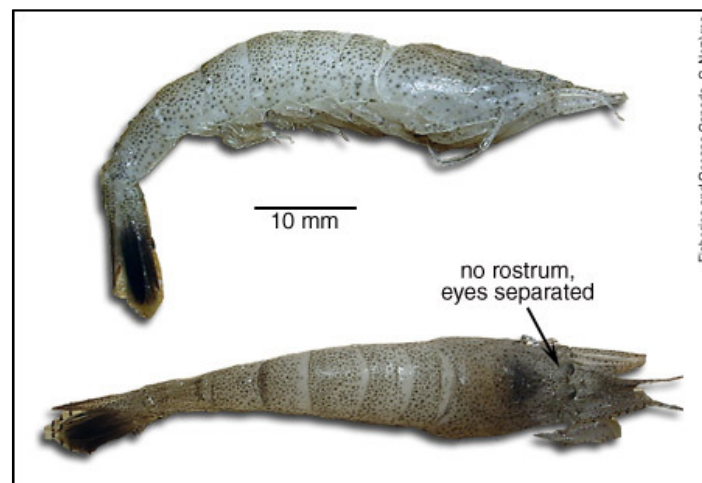


Photo 7. La crevette grise (*Crangon septemspinosa*), une espèce prédatrice de la mye commune (photo : C. Nozères, Pêches et Océans Canada).

L'étoile de mer commune (*Asteria vulgaris*) (photo 8) peut aussi être un prédateur de la mye et s'attaquer à des individus d'une taille inférieure à 40 mm (Miron *et al.* 2005). Les petites myes d'élevage gardées en structures dans la colonne d'eau et les myes sauvages qui ont été momentanément dessablées par de rudes conditions climatiques sont particulièrement à risque.



**Photo 8. Étoile de mer commune (*Asteria vulgaris*).**

Parmi les prédateurs occasionnels de la mye présents dans nos régions, on note certains oiseaux marins (canards, cormorans, goélands, mouettes, pluviers, bécasseaux, etc.) et des poissons plats comme les raies, les plies, etc. (Dow et Wallace 1952, Hawkins 1985; Anonyme 1998). Bien que présents aux Îles-de-la-Madeleine, les canards et cormorans ne sont pas présents sur et à proximité des gisements naturels. De même, les plies sont peu abondantes dans les lagunes des Îles-de-la-Madeleine et les raies complètement absentes. La prédation par les poissons ne semble donc pas un problème local. Toutefois, on voit fréquemment des goélands et divers pluviers et bécasseaux à proximité du gisement de la lagune du Havre aux Maisons. Les oiseaux limicoles comme les pluviers et les bécasseaux s'attaquent habituellement aux petites myes, près de la surface. Ainsi, les bécasseaux maubèches consomment essentiellement des myes  $\leq 8$  mm (L. Chevarie; données non publiées).

## **12. Contamination et intoxication**

La mye est un bivalve filtreur qui accumule dans ses tissus les éléments présents dans le milieu ambiant. Les myes présentes dans des eaux polluées peuvent donc accumuler des métaux lourds (Eilser 1977), des pesticides, des bactéries et même des virus (Newell et Hidu 1986). Elle constitue donc un excellent indicateur de la pollution environnementale (Garnerot 2007).

Lorsque l'eau d'un banc coquillier est contaminée par des coliformes fécaux provenant des eaux usées, les mollusques (dont les myes) qui y vivent les absorbent et les concentrent. Ces bactéries n'affectent pas la survie ou la croissance des mollusques, mais peuvent les rendre impropres à la consommation humaine puisqu'elles représentent alors une source de contamination (Plan Saint-Laurent 2011).

Des toxines produites par certaines espèces de phytoplancton, dont la mye se nourrit, peuvent s'accumuler dans ses tissus, surtout quand ces microalgues prolifèrent (Jellet 1993). Ces toxines naturelles peuvent provoquer divers types de malaises aux humains qui les ont consommés, allant d'un léger inconfort jusqu'à la paralysie et la mort (Shumway 1989, Jellet 1993).

Le niveau de contamination bactérienne ou de toxines diminue dans les tissus des mollusques, incluant la mye, lorsque l'eau redevient propre ou que la population de phytoplancton toxique décline. Généralement, après quelques jours, les mollusques redeviennent propres à la consommation. Par exemple, la durée de trempage prévue pour les myes à l'usine de dépuración de Newburyport (Massachusetts) est de 44 à 96 heures (Calderon *et al.* 2007a). Le Programme canadien de contrôle de la salubrité des mollusques (PCCSM) s'assure de protéger les Canadiens contre les risques pour la santé associés à la consommation de mollusques bivalves contaminés (ACIA 2013). Des échantillons sont ainsi prélevés chaque semaine dans les zones maricoles durant la saison de récolte. Les cas de contamination et d'intoxication dus aux mollusques cueillis ou élevés aux Îles-de-la-Madeleine restent très rares jusqu'à ce jour.

Des contaminants et métaux lourds peuvent aussi être concentrés dans les tissus de la mye s'ils sont présents dans leur milieu naturel. Des analyses de bioaccumulation de métaux lourds (cuivre, cadmium et arsenic) ont été faites en 2002 sur des myes provenant de la lagune du Havre aux Maisons. Ils n'ont été retrouvés qu'en très faibles concentrations (Tita et Chevarie 2006).

### **13. Pathologies**

La mye commune n'est pas connue comme étant un organisme aux prises avec des problèmes importants d'infections, comme peut l'être l'huitre, par exemple (Newell et Hidu 1986, Bower *et al.* 1994). Peu de parasites ont ainsi été observés chez la mye et une seule maladie est connue : la néoplasie sanguine (Newell et Hidu 1986, Bower *et al.* 1994). Cette maladie courante de la mye commune est particulièrement agressive et souvent très répandue dans les provinces maritimes (McGladdery *et al.* 2001). Elle a d'ailleurs entraîné dans le passé des mortalités très élevées sur certains gisements de myes à l'Île-du-Prince-Édouard (McGladdery *et al.* 2001).

Il est approprié de vérifier la présence éventuelle de la néoplasie sanguine à tout site identifié pour le développement potentiel de la myiculture. Entre 2000 et 2009, l'état de santé général des populations des lagunes du Havre aux Maisons et du Havre aux Basques (Îles-de-la-Madeleine) a été examiné à plusieurs reprises dans le cadre des activités du programme MIM. Aucun cas de néoplasie sanguine n'a été décelé au fil des ans (Belvin *et al.* 2006a, 2006b, 2007, 2009). De plus, les quelques parasites alors inventoriés en faible densité (*Rickettsi*, ciliés, etc.) sont communs à l'Atlantique canadien et ne sont associés à aucun épisode de mortalité.

## Partie II

# Les différentes techniques d'élevage et de repeuplement utilisées à travers le monde pour les bivalves fousseurs et les résultats des principaux travaux qui ont été réalisés aux Îles-de-la-Madeleine

### 1. Introduction

En Amérique du Nord, les techniques d'élevage ont surtout été développées pour des espèces de bivalves fousseurs qui s'apparentent à la mye commune comme la palourde japonaise, *Tapes philippinarum*, et la quahaug commune, *Mercenaria mercenaria* (Pariseau *et al.* 2007). L'élevage de la palourde japonaise a débuté à la fin des années 1970 dans l'état de Washington (Toba *et al.* 2005) tandis que l'élevage de la quahaug a débuté sur la côte est américain dans les mêmes années (FAO 2013).

L'élevage de la mye commune a fait ses débuts au Québec vers la fin des années 1990. Dans l'Est américain, le développement des premières techniques de production en éclosérie a pris son essor vers 1977 dans les laboratoires de l'université du Maine (Anonyme 1998). Au fil du temps, la mye commune est devenue une espèce à potentiel aquacole et la R et D a alors pris un peu plus d'ampleur. La plupart des interventions aux États-Unis utilisaient, et utilisent encore, l'ensemencement de myes à des fins de repeuplement de gisements naturels (Calderon *et al.*, 2005, 2007a, Beal 2006, Shields 2009). Ces interventions n'ayant pas une finalité de rentabilité, les résultats obtenus sont rarement documentés. Ces activités permettent d'accroître la productivité des gisements visés. C'est pourquoi les approches utilisées ne peuvent pas toujours être transférées directement à une opération de myiculture commerciale. Des ensemencements de myes communes ont débuté à l'Île-du-Prince-Édouard au milieu des années 1990 avec des transferts de myes d'une zone contaminée vers une zone propre (Chevarie et Myrand 1998). Des essais d'ensemencement ont aussi été amorcés en Nouvelle-Angleterre, dans la région de Boston, mais seulement en 2002 (Buttner *et al.* 2004).

Plus proche de nous, le programme MIM a été mis en place pour développer une myiculture rentable dans les conditions rencontrées aux Îles-de-la-Madeleine. Un grand nombre d'activités variées a donc été réalisé pendant les douze ans qu'a duré ce programme. C'est l'expérience acquise au fil de ces travaux, les façons de faire de l'entreprise myicole locale *Élevage de myes PGS Noël Inc.*, et les échanges avec des collègues américains qui ont servi de base pour proposer plusieurs approches visant une activité myicole commerciale. Bien que certains éléments demandent encore des améliorations, les techniques détaillées ci-dessous (principalement dans les sections sur les travaux aux Îles-de-la-Madeleine) sont celles qui ont été les plus performantes au fil des essais.

La description des techniques d'élevage qui suit a comme principal objectif de répertorier dans un même document l'ensemble des informations liées à l'élevage de bivalves fousseurs, en particulier de la mye commune. Ce chapitre présente les diverses étapes de production, dont l'approvisionnement, le prégrossissement, l'hivernage, l'ensemencement, la récolte, le tri, le dessablage, la commercialisation et la livraison.

Selon la technique d’approvisionnement retenue et la taille des myes récupérées, il y a deux différents scénarios de production possible (tableau 2).

**Tableau 2. Calendrier des opérations pour les deux scénarios retenus. Le scénario 1 ne comprend pas de phase de prélevage comparativement au scénario 2.**

Scénario	Étape de production				
	Approvisionnement	Prélevage	Ensemencement	Croissance	Récolte
<b>1</b> (Transfert de juvéniles)	Récolte de juvénile (20-40 mm) et tri en 2 classes de taille* (P et G) <b>An 1</b>	N/A	<b>An 1 (P et G)</b>	<b>P : Ans 2-5</b> <b>G : Ans 2-3</b>	<b>P : An 5</b> <b>G : An 3</b>
<b>2</b> (Deux sources d’approvisionnement : A et B)	A-Récolte de juvénile (20-40 mm) et tri en 2 classes de taille B-Naissain (2-15 mm) <b>An 1</b>	B- Élevage en suspension <b>Ans 1 à 2</b>	<b>A-An 1 (P et G)</b> <b>B-An 3</b>	<b>A-Ans 2-5</b> <b>B-Ans 3-7</b>	<b>A-Ans 3-5</b> <b>B-An 7</b>

\*P : Petites de 20-30 mm et G : Grosses (30-40 mm)

## 2. L’approvisionnement

Toutes activités d’ensemencement/repeuplement de myes communes doivent pouvoir compter sur un approvisionnement fiable et peu coûteux en jeunes individus. Plusieurs approches sont possibles pour y parvenir et elles peuvent être divisées en trois grandes catégories : production en éclosérie-nurserie, captage naturel et transfert d’un gisement naturel vers un site d’ensemencement.

### 2.1 Production en éclosérie-nurserie

Cette approche consiste à produire en conditions contrôlées de jeunes myes à partir des gamètes provenant de géniteurs.

Au Maine, les techniques de production de myes communes en éclosérie sont très bien maîtrisées. L’éclosérie régionale de Beals Island (BIRSH : *Beals Island Régional Shellfish Hatchery*), devenue le *Downeast Institute for Applied Marine Research & Education* en 2003 (<http://downeastinstitute.org/soft-shell-clam-stock-enhancement.htm>), est sous la supervision du D<sup>r</sup> Brian Beal et produit annuellement des millions de myes juvéniles (Calderon *et al.* 2005, 2007a). Au Massachusetts, le D<sup>r</sup> Joseph Buttner, dirige une équipe au *Cat Cove Marine Laboratory* (<http://www.salemstate.edu/academics/schools/7577.php>) qui produit aussi de grandes quantités de jeunes myes en éclosérie (Chevarie et Werstink 2009, Buttner *et al.* 2010). Les jeunes myes produites à ces deux écloséries sont ensuite utilisées pour des interventions d’ensemencement/repeuplement, essentiellement en Nouvelle-Angleterre. Les techniques développées au Maine et au Massachusetts sont relativement comparables et bien maîtrisées, sans être très complexes (Buttner *et al.* 2010). Habituellement, les jeunes myes sont gardées en éclosérie-nurserie jusqu’à l’atteinte d’une taille de 10-15 mm (Buttner *et al.* 2010). Cependant, la production de myes de cette taille est



coûteuse et semble difficilement rentable commercialement, sur la base des estimations de Werstink *et al.* (2010). Selon nos connaissances, ces deux écloséries sont celles qui possèdent la plus grande expertise dans la production de mye commune.

Une troisième éclosérie, visitée en 2009 lors d'une mission exploratoire à Martha's Vineyard (Massachusetts), produit depuis une vingtaine d'années plusieurs espèces de bivalves d'intérêt économique pour l'île, dont la mye commune (Grunden et Ewart 2006, Chevarie et Werstink, 2009). Cette éclosérie est opérée par le *Martha's Vineyard Shellfish Group*, un organisme à but non lucratif qui se consacre à l'amélioration des stocks publics de mollusques <http://www.mvshellfishgroup.org/>

Selon notre expertise, aucune éclosérie commerciale canadienne ne produit de jeunes myes, vraisemblablement en raison d'une demande insuffisante. En effet, l'Institut de recherche sur les zones côtières (IRZC), anciennement le Centre marin de Shippagan, a déjà expérimenté les techniques de production en éclosérie de la mye commune avec succès. Bien que la technique soit relativement bien maîtrisée, elle n'a pas été expérimentée en entreprises à très grande échelle (Chevarie et Myrand, 1998) et les travaux de l'IRZC se sont ensuite concentrés sur d'autres espèces.

L'élevage de la palourde commune et de la palourde japonaise repose aussi uniquement sur un approvisionnement en juvéniles par éclosérie-nurserie (Roegner et Mann 1991, Chevarie et Myrand 2005, FAO 2013).

## **2.2 Captage en milieu naturel**

Cette approche consiste à déployer dans le milieu naturel des substrats artificiels sur lesquels les larves de bivalves pourront se fixer et se métamorphoser. Les techniques possibles sont variées. Ces substrats peuvent être installés près ou sur le fond (captage benthique) ou encore en suspension dans la colonne d'eau (captage pélagique).

### **2.2.1 Captage benthique avec filets**

Cette option consiste à récupérer, à l'aide de filets, les très petits individus qui flottent dans la colonne d'eau et qui sont en stade de fixation. L'installation de filets au-dessus du substrat, dans les gisements naturels de myes, entraînait un accroissement localisé en jeunes myes (Leavitt 1998, Beal 2006, Dewar et Keys non daté). Ces observations ont suscité l'intérêt de cette approche dans un contexte d'élevage. Plusieurs raisons peuvent expliquer ce phénomène : 1) le filet (maillage 4 mm) offre une protection contre les courants en ralentissant le mouvement de l'eau lors de son passage à travers les mailles; 2) le filet diminue le mouvement des sédiments sous-jacents ce qui permet aux jeunes myes de s'attacher plus facilement au filet ou aux sédiments; 3) le filet offre une protection contre les prédateurs des jeunes myes (Leavitt 1998).

Les filets de captage peuvent être utilisés de deux façons :

- 1) Ils peuvent être surélevés à environ 30 cm au-dessus des sédiments par des tiges de métal (ou de PVC) pour former des « tentes » (photo 9), telles qu'utilisées dans le secteur de Barnstable (près de Cape Cod, Massachusetts) pour le captage de myes communes (Leavitt 1998; Calderon *et al.* 2005).
- 2) Les filets peuvent aussi être déposés directement sur le substrat (Beal 2006, Murawski 2007, Calderon *et al.* 2007a; Dewar et Keys non daté). Dans ce cas, de petites bouées sont attachées à intervalles réguliers aux filets (photo 10) pour éviter les accumulations de sable en favorisant le mouvement du filet avec la marée. Les rebords des filets sont enfouis à environ 15 cm dans

les sédiments pour éviter l'intrusion de certains prédateurs, tels que les crabes. Cette technique assure aussi le maintien en place des filets. En Nouvelle-Angleterre, les filets déposés à plat sont surtout utilisés au Massachusetts (Calderon *et al.* 2007a). Les essais avec ces filets ont obtenu un certain succès aux Îles-de-la-Madeleine (Chevarie *et al.* 2021). En général, il semble que le dépôt de filets sur le substrat permette de tripler le recrutement local (Beal 2006, Dewar et Keys non daté, Chevarie *et al.* 2021).



**Photo 9. Filets benthiques surélevés (tentes) à l'aide des tuyaux de PVC et utilisés pour le captage de myes à Barnstable (Massachusetts).**



**Photo 10. Filets benthiques utilisés pour le captage de myes à Rowley (Massachusetts). Les bordures sont enfouies dans le sédiment et des petites bouées empêchent l'ensablement du filet.**

Idéalement, dans les deux cas (tentes ou filets sur le fond), les tranchées pour y enfouir la bordure des filets sont creusées à la pelle ou encore avec un jet d'eau sous pression. Si les conditions ne le permettent pas, ils devraient être retenus en place avec des tiges de métal déposées sur la bordure afin d'empêcher les crabes de s'introduire sous les filets. Les tiges doivent être maintenues en place avec des crochets de  $\pm 30$  cm enfouis dans les sédiments à intervalles réguliers, sinon elles risquent de rouler hors de la surface couverte par les filets sous l'action des courants et des vagues.

Dans un contexte d'élevage où les pertes doivent être minimisées, il faudrait pouvoir récupérer les jeunes myes dès l'enlèvement des filets à l'automne là où il y a présence d'un couvert de glace hivernal. Ceci impliquerait éventuellement l'utilisation d'une récolteuse adaptée.

### 2.2.2 Captage benthique avec tapis

Le déploiement de tapis directement sur le substrat pour capter de jeunes myes a été testé pour la première fois au Nouveau-Brunswick en 1996 (Chandler *et al.* 2001). Le principe d'action de ces collecteurs (photo 11a) n'est pas bien compris, mais on présume que les languettes qui hérissent les tapis (Photo 11b) créent une hétérogénéité spatiale en trois dimensions, ce qui augmenterait la déposition des larves et/ou intercepterait les jeunes postlarves entrainées par les courants (Myrand *et al.* 2012).

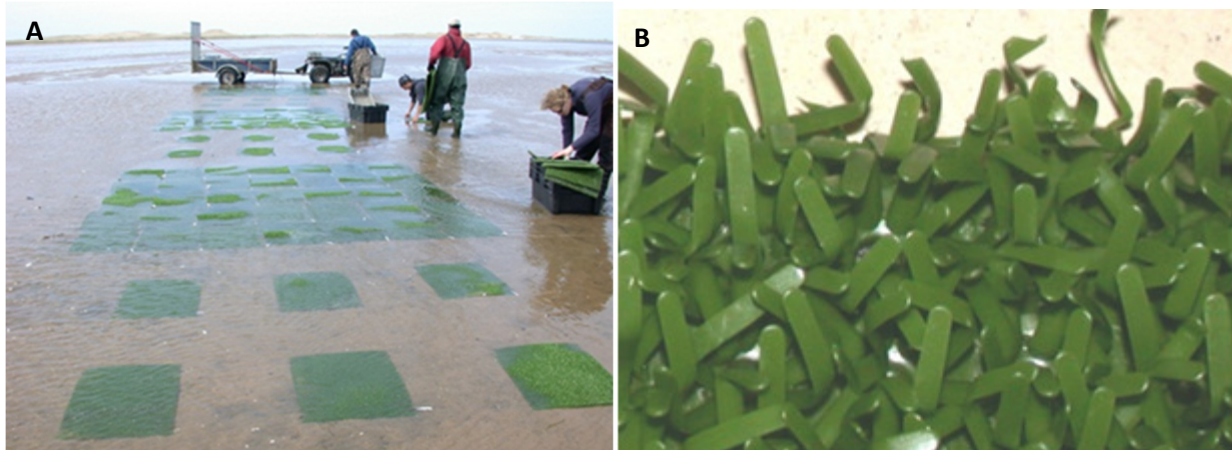


Photo 11. A) Installation de tapis benthiques en Astro-Turf<sup>TM</sup> expérimentés aux Îles-de-la-Madeleine pour le captage de la mye commune. B) Aperçu rapproché des languettes de plastique du tapis benthique.

### 2.2.3 Captage pélagique

Différents essais ont été réalisés pour développer un collecteur pélagique efficace. Lors d'une mission exploratoire à l'Île-du-Prince-Édouard en 1998 réalisée par Chevarie et Myrand (1998), un producteur local a fait état de diverses méthodes qu'il avait expérimentées pour faire du captage de myes communes. Il faisait alors des essais avec des poches à oignons remplies de morceaux de Netron<sup>TM</sup> à l'intérieur (photo 12), comme utilisées pour le captage de pétoncle. Des essais de captage avec des collecteurs similaires ont aussi été réalisés à Richibuctou vers la fin des années 1990 (Chevarie et Myrand 1998), mais sans y donner suite. Vassiliev *et al.* (2010) ont aussi fait des essais de captage pélagique (poches remplies de filet maillant) de myes au Maine, mais sans succès.



**Photo 12. Poche à oignons avec des morceaux de Netron™ à l'intérieur. Ces poches utilisées pour le captage de myes communes sont suspendues à des filières flottantes.**

### **2.3 Transfert**

Une des principales approches utilisées pour s'approvisionner en jeunes myes est de les prélever sur un gisement existant qui est peu productif ou fermé à la cueillette en raison de problèmes de salubrité dus à une contamination bactérienne (Chevarie et Myrand 1998, Calderon *et al.* 2005, Beal 2006). La taille des myes récoltées en vue d'un transfert d'un site à l'autre est variable. Par exemple, dans les municipalités de Georgetown et de Brunswick au Maine, elle variait entre 10 et 25 mm (Calderon *et al.* 2005) tandis que leur taille se situait plutôt entre 30 à 45 mm à l'Île-du-Prince-Édouard (Chevarie et Myrand 1998, Beal 2006). Les jeunes myes sont récoltées, soit manuellement comme en Nouvelle-Angleterre (Calderon *et al.* 2005), soit avec une récolteuse comme à l'Île-du-Prince-Édouard (Chevarie et Myrand 1998).

### **2.4 Travaux aux Îles-de-la-Madeleine**

Les essais de captage benthique du programme MIM ont permis de récupérer, de façon récurrente, des quantités très intéressantes de petites myes (Chevarie *et al.*). L'entreprise locale Élevage de myes PGS Noël inc. a aussi eu des succès notables de captage pélagique et benthique. Toutefois, le développement d'une méthode mécanisée de tri s'est avéré un frein pour retenir une des techniques de captage. Des essais menés ailleurs au Québec avec les tapis benthiques n'ont donné que des résultats mitigés (Calderon *et al.* 2007b).

Le transfert de jeunes myes de 20 à 40 mm a donc constitué la principale source d'approvisionnement du seul myiculteur des Îles-de-la-Madeleine. Il utilisait alors une récolteuse avec des jets hydrauliques comme celle utilisée à l'Île-du-Prince-Édouard (Chevarie *et al.*) pour récupérer les jeunes myes.

#### **2.4.1 Généralités**

L'approvisionnement est une étape pour laquelle beaucoup de travaux de R et D ont été faits dans le cadre du programme MIM. La production de naissain en éclosier n'a jamais été une option envisagée dans le contexte des Îles-de-la-Madeleine étant donné les coûts élevés associés à cette méthode (Chevarie et Myrand 1998, Calderon *et al.* 2005), l'absence d'éclosier local et les nombreuses possibilités de collecte de naissain qui se sont rapidement offertes. Les résultats des travaux ont fait ressortir

principalement deux méthodes d’approvisionnement pour leur efficacité et leurs moindres couts, soit 1) le captage benthique sous filet et 2) le transfert.

Entre 2002 et 2009, de nombreux essais de captage avec des tapis Astro-Turf™ (photo 11) ont été menés avec succès aux Îles-de-la-Madeleine. Des taux de captage moyens assez intéressants entre 883 et 2 422 myes/m<sup>2</sup> ont été obtenus avec des tailles moyennes entre 7,3 et 9,9 mm (Myrand *et al.* 2012). Cependant, la forte présence d’espèces associées, dont principalement les moules, a grandement nui à la rentabilisation de cette technique. Démêler les petites myes des moules de même taille qui sont fixées avec leurs byssus est très énergivore et couteux. En absence d’option mécanisée, la technique a été mise de côté.

De plus, différentes approches de captage pélagique ont été testées aux Îles-de-la-Madeleine au fil des ans : poche remplie de Netron™, cages Noël (photo 13), et tapis superposés placés en suspension dans la colonne d’eau, mais sans grand succès à cause, une fois encore, de la très grande abondance de jeunes moules mêlées aux jeunes myes (Chevarie *et al.* 2021.). Aucune approche de captage pélagique de myes ne semble prometteuse tant qu’il sera impossible de faire le tri efficacement.



**Photo 13. Cage Noël immergée dans la colonne d’eau et utilisée pour le captage de myes. La structure est faite de bois et de moustiquaire (en plastique).**

#### **2.4.2 Captage benthique sous filet**

Les filets sont installés entre le début et la mi-juin, soit avant la ponte et sont laissés en place jusqu’à l’automne, vers la fin septembre. À ce moment, la taille des jeunes myes aux Îles-de-la-Madeleine varie de 2 à 12 mm avec une moyenne entre 7 à 10 mm. Au moment du retrait des filets, un maximum de jeunes myes doit être récupéré sans quoi, il est fort probable qu’une bonne partie du gain obtenu au niveau du recrutement soit perdu. En effet, les conditions de turbulence automnale et le mouvement des glaces au printemps augmentent la dispersion passive de jeunes myes enfouies près de la surface. Comme, il n’y a actuellement pas de récolteuse développée spécifiquement pour cette étape, l’utilisation conjointe d’un râteau hydraulique pour dessabler les jeunes myes et d’épuisettes dont la dimension des mailles serait adaptée à la taille des individus visée, pourrait être envisagé.

Les myes récupérées sous les filets à l'automne ne peuvent êtreensemencées si tard en saison. Elles doivent alors être hivernées dans des structures de contention (paniers troués, « pearl-nets », poches en moustiquaire ou autres) comme décrites en détail dans le paragraphe 4 de la partie II. Ces structures doivent être en mesure de retenir des myes aussi petites que 2 mm. Ceci signifie qu'il faudra d'abord placer les petites myes dans des poches fabriquées en moustiquaire ou autre matériel à très petites mailles. Étant donné que la croissance hivernale est quasi nulle en raison de la température trop froide, les jeunes myes peuvent être placées à densité très élevée dans les structures d'hivernage sans problème de compétition intraspécifique. Toutefois, les myes hivernées devraient idéalement être sorties des structures d'hivernage au printemps dès que la température est > 5 °C afin de profiter au maximum de la saison de croissance. Aux Îles-de-la-Madeleine, ce seuil de 5 °C est atteint dès le début mai.

### 2.4.3 Transferts

Le transfert de myes, appelé aussi reparcage, est une option intéressante, car elle permet de raccourcir le cycle de production qui se limite alors à faire croître des myes  $\geq 20$  mm. Nul besoin de production de juvéniles en éclosérie ou de captage naturel, et encore moins de prégrossissement.

Aux Îles-de-la-Madeleine, le haut de la zone intertidale de la lagune du Havre aux Maisons contient une grande quantité de petites myes qui croissent lentement en raison de la longueur de la période d'émersion à laquelle elles sont soumises. L'approche consiste donc à récolter les myes de 20-40 mm qui s'y trouvent à l'aide d'une récolteuse. En attente d'une récolteuse mécanisée efficace, la récolte peut être faite manuellement à l'aide d'un râteau hydraulique qui dessable les myes et qui sont ensuite récupérées avec des épauettes retenant les individus  $\geq 20$  mm.

Il est suggéré de trier les myes en fonction de leur taille avant de les ensemercer pour éviter qu'une bonne portion des myes récoltées n'ait pas atteint la taille commerciale au moment de la récolte. Ces myes de taille subcommerciale devraient alors être manipulées une seconde fois pour être réensemencées jusqu'à leur récolte ultérieure à la taille désirée. Pour se simplifier la tâche au moment de la récolte, il est suggéré de créer avant l'ensemencement des groupes de taille équivalente à l'aide d'une trieuse rudimentaire, soit par exemple de 20-30 mm et 30-40 mm. Ces groupes seront ensuite ensemercés dans des parcelles distinctes.

Durant cette étape, les lots de myes récoltées peuvent être gardés en suspension dans des paniers ou des « pearl-nets », jusqu'au moment de leur ensemercement. Elles peuvent rester ainsi pendant quelques semaines sans problème.

## 3. Le prégrossissement

### 3.1 Généralités

Les jeunes myes obtenues par éclosérie ou par captage naturel sont trop petites pour être ensemercées directement. En effet, les myes produites en éclosérie-nurserie mesurent habituellement de 2 à 4 mm environ (Calderon *et al.* 2005, Buttner *et al.* 2010), tandis que celles obtenues par captage naturel mesurent en moyenne de 8 à 9 mm à l'automne, dans les conditions des Îles-de-la-Madeleine (Myrand *et al.* 2012, Chevarie *et al.* 2008). Or, on cherche habituellement à ensemercer des myes de 10-15 mm en Nouvelle-Angleterre (Weston *et al.* 2010) et des myes > 20 mm aux Îles-de-la-Madeleine pour diminuer les pertes par prédation et par dispersion (Chevarie et Myrand 2007). Cependant, les myes doivent absolument être enfouies dans le substrat à partir d'une taille d'environ 25 à 35 mm de longueur afin d'éviter une malformation de leur coquille (photo 14) et favoriser leur croissance (Hidu et Newell 1989).



**Photo 14. Malformation observée sur la face postérieure de la coquille d'une mye d'environ 35 mm de longueur préalablement gardée en suspension.**

Il faut donc utiliser des moyens pour que les jeunes myes atteignent la taille visée pour les ensemencements le plus rapidement possible. Pour y arriver, plusieurs approches sont possibles.

### **3.2 Plateau flottant ou *floating tray***

Le plateau flottant est une structure artisanale simple qui est utilisée de façon routinière à l'écloserie-nurserie opérée par le D<sup>r</sup> Brian Beal au Maine afin de favoriser la croissance des jeunes myes en milieu naturel (Anonyme 1998, Calderon *et al.* 2005, Calderon *et al.* 2007a). Il s'agit simplement d'un plateau flottant fait d'un cadre en bois de 3,6 m x 1,8 m sur lequel sont attachés des moustiquaires sur les deux faces afin d'assurer une bonne circulation de l'eau à travers la structure (photo 15). Des morceaux de styromousse permettent une bonne flottabilité du plateau. Un plastique opaque est attaché sur la partie supérieure du plateau pour limiter les bris que pourraient causer les goélands. En mai, on y place des myes d'écloserie d'environ 3 mm à une densité d'environ 13 600 myes/m<sup>2</sup> (Calderon *et al.* 2005; Calderon *et al.* 2007a). Les myes atteignent une taille de 10 à 12 mm à leur sortie du plateau au début de novembre. Puisqu'il est alors trop tard pour les ensemercer, en raison des trop froides températures, elles sont ensuite hivernées en suspension dans la colonne d'eau pendant l'hiver (Calderon *et al.* 2005).

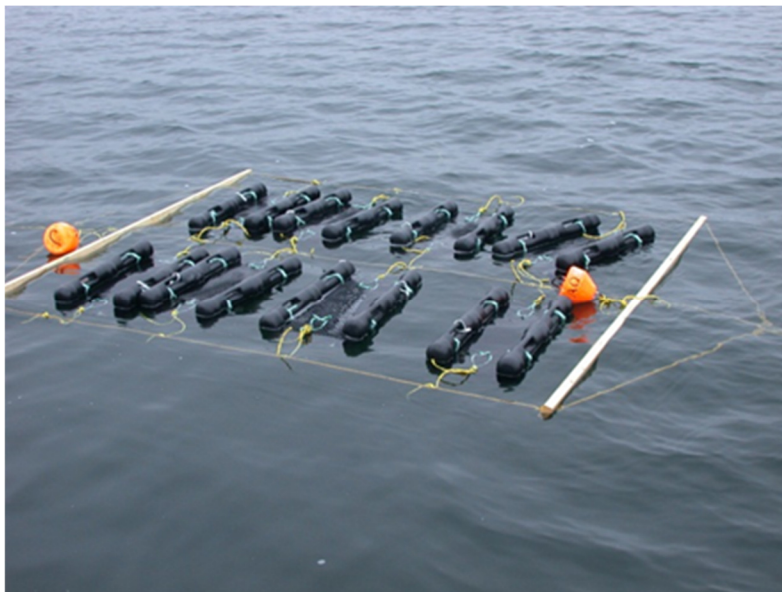


**Photo 15. Plateau flottant utilisé au Maine pour le prégrossissement des myes.**

### **3.3 Poches flottantes**

Depuis plusieurs années, la technique des poches flottantes est couramment utilisée pour l'élevage des huitres dans les provinces maritimes où elle fournit des croissances généralement satisfaisantes (Doiron, 2008). Cette approche, appliquée aux myes, ressemble passablement au plateau flottant utilisé dans le Maine (Calderon *et al.* 2005, Calderon *et al.* 2007a).

Pour cette méthode, les poches en Vexar™ sont maintenues à la surface par des bouées de plastique tubulaires qui y sont fixées. Plusieurs poches sont reliées les unes aux autres pour former un assemblage tenu en place par des cordes, des pièces de bois, des ancrages et des bouées (photo 16). La dimension des mailles des poches est adaptée à la taille des individus en prégrossissement.



**Photo 16. Poches flottantes utilisées pour le prégrossissement des jeunes myes.**



### 3.4 Système *upweller* (ou de remontée d'eau)

Une approche utilisée souvent avec la production de naissain en écloserie est l'emploi de *upwellers* (photo 23). On y place habituellement les jeunes myes peu de temps après leur métamorphose, c'est à dire d'environ 2 mm (Weston et Buttner 2010). Les petits individus sont placés, en grande densité, dans des silos alimentés avec de l'eau pompée directement du milieu naturel et qui circule du bas vers le haut des silos, d'où le terme *upweller* (Flimlin 2000, Leavitt 2010). Il existe plusieurs variantes de *upwellers* et des documents techniques sont disponibles pour l'utilisation de ces systèmes pour la croissance des bivalves comme, par exemple Flimlin (2000, 2010a, b), Leavitt (2010), Weston et Buttner (2010).

Une des contraintes des *upwellers* est qu'ils nécessitent l'accès à un terrain en bordure d'un plan d'eau pour y installer les silos. Il faut aussi être en mesure de pomper une eau de qualité à proximité du rivage pour réduire les coûts en énergie. Parmi les avantages, notons 1) la possibilité de facilement faire le suivi de la production qui est à portée de main, 2) l'élimination des pertes dues aux prédateurs aquatiques, et 3) la réduction des problèmes causés par les conditions climatiques (turbulence) en milieu naturel.

Leavitt (non daté) suggère que la taille du tamis à la base du *upweller* soit de l'ordre de 5,7 mm pour retenir des individus d'environ 8,3 mm. Le matériel utilisé pour le tamis est habituellement du Nitex<sup>™</sup> qui est disponible avec des mailles de différentes tailles. Le débit d'eau pour approvisionner un tel *upweller* devrait être d'environ 100 L/min selon la recommandation de Leavitt (non daté), à l'effet que le débit à utiliser par unité de surface d'un *upweller* devrait être de l'ordre de 0,06 Lpm/cm<sup>2</sup>.

Toujours selon les recommandations de Leavitt (non daté), la densité initiale de jeunes myes de 10 mm dans un tel *upweller* pourrait être d'environ 0,20 individu de 10 mm/Lpm/cm<sup>2</sup>. Ceci correspondrait à environ 165 000 jeunes myes par *upweller*. Par mesure de précaution, on pourrait envisager de plutôt placer 125 000 individus par *upweller* de 46 mm de diamètre alimenté avec un débit de 100 L/min. Huit *upwellers* de cette dimension permettraient de produire 1 000 000 d'individus de jeunes myes de 20 mm avec un débit total de 800 L/min. Il faut prévoir d'effectuer des tests pour calibrer les *upwellers* en fonction des conditions locales, car les résultats de croissance et survie varieront en fonction du régime de température et des conditions nutritionnelles auxquels les jeunes myes seront soumises. Il est recommandé de prélever régulièrement des échantillons d'eau à l'entrée et à la sortie des *upwellers* pour quantifier la diminution de nourriture (seston total et organique) étant donné qu'il y a augmentation progressive de la biomasse dans les cylindres et donc une augmentation de compétition intraspécifique. Ceci permettra d'ajuster le débit d'eau et/ou la densité des jeunes myes

### 3.5 FLUPSY

Une variante du *upweller* terrestre est le *FLUPSY* (*Floating Upweller System*) qui est simplement une structure flottante (radeau) supportant les silos dans lesquels l'eau et la nourriture qui s'y trouvent circulent selon un principe de remontée d'eau (photo 17). Cette circulation d'eau forcée augmente l'apport en nourriture aux jeunes bivalves dans les silos. C'est un système largement utilisé à l'échelle commerciale pour l'élevage des myes, des huitres et des palourdes (Flimlin 2000, Chevarie et Myrand 2005, Doiron 2008). L'écloserie de mye supervisée par le D<sup>r</sup> Buttner près de Boston et celle en opération à Martha's Vineyard recourent à un *FLUPSY* pour la phase de prégrossissement (Grunden et Ewart 2006, Buttner *et al.* 2010).



**Photo 17. A) FLUPSY utilisé pour le prégrossissement des jeunes myes. Immersion en silo des petites myes au printemps. B) Mouillage du FLUPSY au quai de Cap-Vert à Fatima.**

Les avantages de *FLUPSY* sont de deux ordres : 1) Il ne requiert pas l'acquisition ou l'accès à un terrain en bordure de l'eau, il suffit de l'ancrer à un endroit adéquat. 2) Il ne nécessite que peu d'énergie pour faire circuler l'eau à travers les silos puisque la structure est localisée à la surface de l'eau. La circulation de l'eau est obtenue via une petite pompe submersible à flux axial ou une roue à aube actionnée par un moteur électrique (ce qui nécessite la proximité avec la côte), ou même l'énergie solaire (Chevarie et Myrand 2005, Chevarie *et al.* 2008, Kingzett 2012, Rivara *et al.* non daté).

Des plans de *FLUPSY* sont disponibles sur Internet (par ex. Kingzett 2012, Flimlin 2010b, Leavitt, 2010, Rivara *et al.* non daté). Il est possible également de s'en procurer directement d'un distributeur, par exemple, « Fukui North America ». Des essais ont d'ailleurs été réalisés dans le cadre des activités du programme MIM avec un *FLUPSY* provenant de cette entreprise (Chevarie *et al.* 2008). Ce *FLUPSY* commercial est constitué d'un radeau en bois de 2,44 x 6,10 m (8 x 20 pieds) avec des flotteurs de plastique placés aux deux extrémités pour en assurer la flottabilité. Le radeau supporte huit silos en fibre de verre mesurant chacun 0,6 x 0,6 x 0,6 m (2 x 2 x 2 pieds) pour un volume de 0,23 m<sup>3</sup> (photo 17). Les myes sont placées dans ces silos dont le fond est constitué d'un treillis de 2 mm de maillage. Chaque silo est relié à un caniveau central par un tuyau de PVC localisé dans sa partie supérieure. Une pompe à flux axial de ½ hp, localisée à une extrémité du caniveau, en expulse l'eau à un débit de 3 028 L/min (Lpm) ou 800 gal/min (gpm). Ceci implique que l'approvisionnement en eau dans chaque silo est de l'ordre de 0,10 Lpm/cm<sup>2</sup>. L'eau expulsée du caniveau est remplacée par de l'eau provenant des silos qui est, à son tour, remplacée par de l'eau de l'environnement ambiant à travers le fond à treillis des silos. Tout ceci induit une circulation ascendante dans les silos, ce qui empêche les myes de trop s'entasser les unes sur les autres. Selon le distributeur, ce système serait conçu pour contenir jusqu'à 125 000 individus de 12 mm par silo pour un total de 1 000 000 de bivalves en fin de cycle de prélevage pour une densité d'environ 0,09 myes/Lpm/cm<sup>2</sup>.

Au Cat Cove Laboratory, on produit environ 800 000 myes de 10 à 15 mm (100 000 par silo) sans problème dans ce *FLUPSY* (Calderon *et al.* 2007a). Certaines indications techniques sont disponibles pour opérer de façon optimale un *FLUPSY* pour le grossissement de bivalves. Ainsi, Leavitt (2010) suggère d'utiliser 1) un fond en treillis avec des mailles de 5,7 mm pour la croissance des bivalves de taille moyenne de 8,3 mm, 2) un débit d'environ 0,06 Lpm/cm<sup>2</sup> (surface au fond du silo), et 3) une densité initiale d'environ 0,20 mye

de 10 mm/Lpm/cm<sup>2</sup> (ou 5 individus/gpm/po<sup>2</sup>). Cette recommandation pour la densité initiale est environ le double de celle proposée par le fabricant du *FLUPSY* commercial : 0,20 vs 0,09 mye/Lpm/cm<sup>2</sup>. Évidemment, la densité optimale de myes dans les silos sera influencée par les conditions environnementales prévalant au site de prégrossissement: température de l'eau et nourriture disponible.

La densité doit être réduite au fur et à mesure que les bivalves croissent afin de limiter la compétition intraspécifique qui pourrait se traduire par un ralentissement de la croissance et les silos doivent faire l'objet d'un entretien régulier pour limiter les problèmes de biosalissures (accumulation de matériel/détritus) (Weston et Buttner 2010).

### 3.6 Radeaux de sable

Une autre approche, pratiquée à Martha's Vineyard (Massachusetts, É.-U.), consiste à placer les jeunes myes dans des radeaux flottants remplis de sable ou *sand-filled floating rafts* (Grunden et Ewart 2006). Le principe de cette méthode consiste à placer les myes dans une structure de contention qui contient leur substrat de prédilection, soit du sable. Bivalve fouisseur, la mye est donc placée dans un environnement qui lui est approprié.

Le radeau de bois mesure 2,88 x 1,44 m (8 x 4 pi) avec des parois de 15 cm de hauteur. Il est construit en contreplaqué et ses côtés sont faits avec des madriers 2 pieds sur 6 pieds. Des flotteurs en styromousse installés aux extrémités les maintiennent à 1 m de la surface (photo 18). On y place environ 25-30 000 myes de 12-15 mm (8 333-10 000 myes/m<sup>2</sup>). Il n'y a aucun couvercle ou filet sur le dessus du radeau pour retenir le sable et les myes. Les résultats ont été très intéressants en termes de croissance et de récupération avec ce système (David Grunden, Town of Oak Bluffs Shellfish Department, comm. pers). La facilité et le faible coût de construction de tels bacs, ainsi que les quantités importantes de myes qu'ils peuvent contenir en fait une approche attrayante en milieu bien abrité des intempéries (Chevarie et Werstink, 2009).



**Photo 18. Radeaux de sable utilisés pour le prégrossissement des myes à Martha's Vineyard (Massachusetts) (A), avec des flotteurs en styromousse installés aux extrémités (B).**

Une contrainte importante avec toute approche de prégrossissement basée sur des structures remplies de sable, comme le radeau, est la nécessité de manipuler de grandes quantités de sable humide. Sans oublier qu'au moment de la récupération, il faut tamiser tout le sable pour récupérer les myes. Ceci entraîne des difficultés logistiques importantes et demande des efforts physiques importants.

### 3.7 Poches d’huitres semi-enfouies dans le substrat

Des poches d’huitres en « vexar™ », à demi enfouies dans le sédiment (photo 19), sont utilisées pour le grossissement des palourdes japonaises, *Tapes philippinarum*, à Quilcene (Washington) (Chevarie et Myrand 2005). Au printemps, on place des palourdes de 4 mm dans des poches (mailles de 2 mm) à une densité d’environ 25 000 individus/m<sup>2</sup> jusqu’à ce qu’elles atteignent environ 8 mm vers la fin juin, puis on les redistribue dans des poches (mailles de 6 mm) à une densité d’environ 1 000 individus/m<sup>2</sup> jusqu’au moment de la récolte (Jonathan Davis, Baywater Shellfish Farm, Washington, comm. pers). Ceci nécessite un estran avec de bonnes marées afin d’être en mesure de travailler à sec, à marée basse (photo 19). Évidemment, il ne doit pas y avoir formation de glace en hiver. La technique pourrait éventuellement être expérimentée pour les myes communes, si les conditions environnementales le permettent. Aux Îles-de-la-Madeleine et dans plusieurs autres endroits plus nordiques, les périodes de gel hivernal devraient évidemment être évitées avec cette technique.



**Photo 19. Poches d’huitres en Vexar™ à demi enfouie dans le sédiment et utilisées pour le grossissement des palourdes japonaises à Quilcene (Washington).**

## 3.8 Aux Îles-de-la-Madeleine

### 3.8.1 Généralités

L’étape de prégrossissement n’est pas nécessaire pour le scénario 1, puisque les myes récupérées ont déjà une taille adéquate pour l’ensemencement (> 20 mm). Par contre, les jeunes myes qui sortent des structures d’hivernage en début d’été sont encore trop petites pour êtreensemencées, car elles sont < 20 mm en moyenne. Il faut donc qu’elles passent par une phase de prélevage afin qu’elles atteignent le plus rapidement possible la taille visée.

Plusieurs méthodes de prégrossissement (poches flottantes, poches sur table, *FLUPSY*, paniers de sable, etc.) ont été expérimentées dans le cadre des activités du programme MIM et sont présentées ci-dessous. Dans la majorité des cas, l’adaptation de ces méthodes aux conditions locales des Îles-de-la-Madeleine s’est avérée inefficace ou problématique en termes de croissance, de taux de récupération ou encore de manutention.

### 3.8.2 Poches flottantes

Les jeunes myes ont été placées dans des poches de 2 mm de maille. Ces poches ont ensuite été insérées à l’intérieur de poches servant d’armature au système et dont la maille était de 14 mm. Les poches étaient maintenues fermées par des attaches de plastique de type *tie-wrap*. C’est donc un système utilisant un matériel de base peu coûteux et dont les poches et les bouées sont réutilisables pendant au moins une

dizaine d'années. L'entretien n'est pas très exigeant : seules les jeunes moules fixées sur les poches doivent être enlevées à quelques reprises au cours de l'été. De plus, les moules n'ont pas tendance à se fixer solidement sur ces structures, ce qui facilite grandement le nettoyage.

Dans le cas des poches flottantes, les résultats ont été mitigés avec des croissances moyennes de 0,5 mm/semaine soit 50 % de l'objectif initial de 1 mm/semaine (Chevarie *et al.* 2008). Faute de résultat probant, cette méthode a été délaissée

### 3.8.3 Upweller

Le prégrossissement en *upweller* a été examiné, à petite échelle, dans le cadre des activités du programme MIM pour permettre à des myes de 10 mm d'atteindre rapidement 20 mm.

Cette méthode est celle qui a présenté le meilleur potentiel de prégrossissement (Chevarie *et al.*). Pour débiter, des cylindres de 15 cm (6 po) de diamètre et 21 cm de hauteur alimentés avec de l'eau brute à un débit de 10L/min (photo 20) ont été utilisés. Chaque cylindre a été rempli au départ avec environ 1 000 myes. Ils ont été nettoyés à l'eau douce toutes les trois semaines. Entre le 15 juin et le 23 août, la taille moyenne est passée de 10,7 mm à 20,2 mm et la survie fut de l'ordre de 96 %. Ces structures expérimentales sont trop petites pour un usage commercial, mais des *upwellers* plus volumineux (par ex. diamètre de 46 mm ou 18 po) pourraient être utilisés avec succès.



Photo 20. *Upwellers* expérimentaux de 15 cm de diamètre fabriqués avec des cylindres en PVC placés dans des chaudières.

### 3.8.4 Flupsy

L'utilisation d'un *FLUPSY* pour le prélevage des myes aux Îles-de-la-Madeleine (photo 17) a donné des résultats intéressants, particulièrement quand la température de l'eau dépasse les 20 °C (Calderon *et al.* 2007b).

Le *FLUPSY* expérimenté dans le cadre du programme MIM a reçu des myes d'une taille moyenne initiale de 7 à 9 mm (Chevarie *et al.* 2008). La croissance visée était de 1 mm/semaine pour atteindre une taille moyenne de 20 mm avant la mi-août. En raison d'une limitation de l'approvisionnement en jeunes myes, les densités initiales utilisées étaient inférieures à celles préconisées par le distributeur. Les quantités maximales de myes étaient de l'ordre de 60 000 à 80 000 par silo. Les essais avec le système *FLUPSY* n'ont

pas permis d'atteindre l'objectif de croissance fixé au départ. Les conditions prévalant au site expérimental et/ou les conditions d'utilisation du *FLUPSY* ont vraisemblablement été déficientes (Chevarie *et al.* 2021). Des essais supplémentaires avec des conditions mieux contrôlées seraient nécessaires avant d'éliminer définitivement cette approche. Cependant, il faudrait y apporter des modifications pour en augmenter l'ergonomie lors de la manutention des silos, par exemple en y installant une potence mobile (photo 21).



**Photo 21. Potence utilisée à Martha's Vineyard (Massachusetts) pour soulever les silos de 0,23 m<sup>3</sup> (0,61 cm x 0,61 cm x 0,61 cm) du *FLUPSY*.**

### **3.8.5 Radeaux de sable**

Des essais avec des radeaux de sable ont été faits dans le cadre des activités du programme MIM. Cependant, les lagunes des Îles-de-la-Madeleine, bien que relativement abritées, subissent des vents beaucoup trop importants entraînant des pertes considérables et rendant cette approche inopérante dans ces conditions (Chevarie *et al.* 2021). Cette technique pourrait cependant offrir un certain intérêt dans des endroits bien abrités.

Aux Îles-de-la-Madeleine, il faut prévoir une seconde période d'hivernage des myes provenant du prégrossissement, car leur ensemencement à la fin août début septembre n'est pas recommandé. Cette fois les myes peuvent être placées directement dans les structures de contention sans avoir à les insérer d'abord dans des poches à petit maillage comme c'était le cas pour les myes de plus petite taille provenant du captage.

## **4. L'hivernage**

### **4.1 Dans l'est de l'Amérique du Nord**

Dans les endroits plus nordiques de l'est du Canada, il n'est pas recommandé d'ensemencer les jeunes myes tard en saison, car la température de l'eau plus froide ralentit leur activité et elles mettent alors plus de temps à s'enfouir dans le substrat (Pariseau *et al.* 2007), les rendant ainsi plus vulnérables à la prédation, la dispersion et la mortalité naturelle. De plus, l'arrivée de l'automne s'accompagne de conditions plus turbulentes qui ajoutent aux risques de pertes. Dans ces circonstances, il faut hiverner les myes encore trop petites pour être ensemencées jusqu'au printemps suivant. L'hivernage se fait dans des structures placées en suspension dans la colonne d'eau et maintenues éloignées de la surface pour éviter tout problème avec les glaces hivernales.

Au Maine, des structures étagées en treillis métallique (photo 22) sont utilisées pour hiverner les petites myes après leur passage en radeaux flottants. Cette méthode, utilisée par le D<sup>r</sup> Brian Beal (Calderon *et al.* 2005), permet de garder les prédateurs à distance et sert aussi à les protéger lors de tempêtes et lorsqu'il

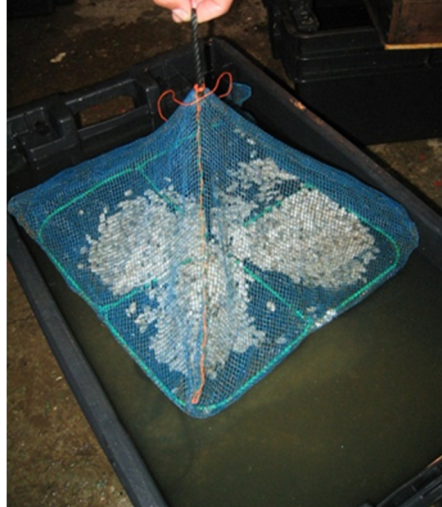
Il y a présence de glace. Les myes juvéniles (taille de 6 à 15 mm environ) sont alors placées dans des poches en moustiquaire (1-2 L de myes par poche), elles-mêmes placées dans des poches d'huitres en Vexar™. Ces dernières sont rangées dans des structures étagées faites avec un treillis métallique, comme utilisé pour construire des cages à homard. Chaque structure de 45 x 45 cm (18 x 18 po) contient neuf étages espacés de 11 cm chacun (Anonyme 1998, Calderon *et al.* 2007a). Des morceaux de styromousse fixés dans la partie supérieure permettent d'assurer la flottabilité (Calderon *et al.* 2007a). Chaque cage d'hivernage contient environ 100 000-500 000 jeunes myes (Calderon *et al.* 2005). Au Cat Cove Laboratory (Massachusetts), on utilise des cages qui ressemblent à celles utilisées par le D<sup>r</sup> Beal au Maine. Toutefois, les myes sont placées dans des sacs ou paniers introduits dans une structure à étages faite en treillis métallique, et on met environ 10 000 myes de 7 à 12 mm par sac (Calderon *et al.* 2007b, Weston et Buttner 2010). Le taux de survie dans ces structures est de l'ordre de 90 à 95 % pour des myes > 8 mm (Buttner *et al.* 2010; Calderon *et al.* 2005, 2007b). À noter que la croissance des myes est pratiquement nulle pendant la période d'hivernage (Calderon *et al.* 2007a).



**Photo 22. Structures de contention hivernale en treillis métallique utilisées au Maine pour les petites myes communes.**

#### **4.2 Aux Îles-de-la-Madeleine**

Aux Îles-de-la-Madeleine, pour une raison de logistique et de disponibilité d'équipements, l'hivernage des myes récupérées à une taille de 8 à 10 mm a surtout été réalisé dans des poches en Nytex placées à l'intérieur de « pearl-nets » (maille 4 à 6 mm) et placées en suspension dans la colonne d'eau (photo 23). La survie n'a pas été quantifiée, mais elle était considérée comme excellente, puisque seulement quelques individus morts ont été retrouvés (comm. pers. L. Chevarie). La croissance était généralement nulle ou très faible pendant cette période hivernale étant donné les températures froides qui ont été notées.



**Photo 23. Panier de contention « pearl-nets » (maille de 4 à 6 mm) placé en suspension dans la colonne d'eau sur une filière flottante pour l'hivernage de jeunes myes de 8-10 mm.**

## **5. Les ensemencements**

### **5.1 Généralités**

Les surfaces à ensemercer sont choisies de façon à favoriser la croissance et la survie des individus (voir la section sur la biologie et l'écologie). Ces sites sont habituellement localisés sur l'estran, et ils sont donc émergés et immergés au rythme des marées. La période d'émersion des myes facilite les opérations aquacoles sur le site alors que la période d'immersion permet aux myes de se nourrir. De plus, ces sites sont abrités pour limiter la turbulence, mais doivent aussi être caractérisés par une bonne circulation d'eau pour approvisionner les myes en nourriture. Enfin, la température de l'eau doit y être suffisamment élevée pour permettre une bonne croissance, au moins pendant la période estivale. Il faut aussi éviter le plus possible un endroit où le mouvement des glaces est important afin de limiter les effets d'érosion du substrat.

La surface à ensemercer doit faire l'objet de certains préparatifs avant l'ensemencement. Il faut tout d'abord en définir les dimensions et enfin creuser une tranchée périphérique de 15 cm de profondeur (photo 24) qui servira à la fixation du filet de protection (Anonyme 1998; Calderon *et al.* 2007a; Weston et Buttner 2010), comme expliqué ci-dessous. Pour des questions pratiques, les parcelles ensemercées à des fins commerciales mesurent habituellement entre 6,10 et 15,25 m x 3,66 m (20-50 pi x 12 pi (Anonyme 1998, Shields 2009, Weston et Buttner 2010). Il est recommandé de passer vigoureusement un râteau sur la surface à ensemercer afin de détecter et d'éliminer les crabes qui pourraient y être enfouis (Weston et Buttner 2010). De plus, les rainures créées par le passage du râteau permettent aux myes de mieux résister à la dispersion causée par les courants avant leur enfouissement (Calderon *et al.* 2007a).





**Photo 24. Délimitation d'une parcelle à ensemercer au Massachusetts.**

La taille des myes sélectionnées pour l'ensemencement varie beaucoup selon le type d'approvisionnement et l'endroit (type de substrat, milieu abrité, etc.). La taille des myes provenant de transferts est de l'ordre de 20 à 45 mm (Chevarie et Myrand 1998, Beal 2006, Chevarie *et al.* 2021). Pour les myes provenant d'écloserie ou du captage naturel, la taille à l'ensemencement varie entre 8 et 20 mm dans le Maine et près de Boston, Massachusetts (Buttner *et al.* 2004, Beal 2005, Weston et Buttner 2010) et entre 22 et 38 mm à Martha's Vineyard (Grunden et Ewart 2006).

La densité d'ensemencement varie beaucoup selon les conditions environnementales aux sites choisis et la taille des myes. Dans le Maine, elle se situe dans la fourchette de 215 à 660 myes/m<sup>2</sup> (Anonyme 1998, Beal 2005) comparativement à 110 à 540 myes/m<sup>2</sup> au Massachusetts (Murawski 2007, Shields 2009, Weston et Buttner 2010).

Les myes peuvent être ensemençées pendant toute la saison estivale (Weston et Buttner 2010), mais il est préférable de le faire tôt au printemps pour profiter de toute la saison de croissance (Calderon *et al.* 2007a). Habituellement, les bivalves sont ensemençés « à la volée » (photo 22), un peu comme on sème un jardin. Les myes s'enfouissent alors assez rapidement par la suite. Cependant, elles s'enfouiront d'autant plus rapidement qu'elles seront de petite taille (Baptist 1955, Pariseau *et al.* 2007). Les ensemençements peuvent aussi se faire en période d'émersion ou de faible immersion (quelques cm d'eau).



**Photo 25. Ensemençement « à la volée » de petites myes expérimentales dans la zone intertidale. À gauche, on aperçoit la tige de métal et les crochets qui serviront à retenir le filet de protection en place.**

Un filet de protection (maille de 4 ou 6 mm) en plastique traité contre les UV est ensuite déposé sur la parcelle ensemencée (Anonyme 1998, Calderon *et al.* 2007b, Shields 2009, Weston et Buttner 2010; Chevarie *et al.* 2021). Ce filet est vendu en rouleau de 4,3 m (14 pi) de largeur. Ce filet permettra de protéger les myes contre les prédateurs et de les maintenir dans le site ensemencé en limitant leur dispersion. De petites bouées sont attachées à intervalles réguliers au filet afin de lui permettre de suivre le mouvement des marées et ainsi éviter son ensablement (Calderon *et al.* 2007a). La bordure du filet est ensuite enfouie dans la tranchée de 15 cm de profondeur qui entoure la surface ensemencée. Ceci permet de bien ancrer le filet de protection et d'offrir un obstacle aux crabes verts qui sont en mesure de creuser dans les sédiments pour atteindre leurs proies. Le filet protège la parcelle ensemencée pendant toute la première saison de croissance. Il doit être entretenu au besoin par brossage, pour enlever les algues qui pourraient s'y être fixées. Il doit être aussi inspecté régulièrement pour repérer tout bris et défaut d'installation afin d'y remédier dans les plus brefs délais (Weston et Buttner 2010). L'automne venu, le filet est enlevé avant la formation du couvert de glace. Des repères (pieux ou tiges métalliques) doivent être installés pour être en mesure de retrouver la parcelle le printemps suivant. L'emploi d'un détecteur de métal peut être très utile pour localiser des repères métalliques enfouis dans les sédiments. Le filet n'a pas à être réinstallé le printemps suivant, car on considère que les myes ont alors atteint une taille refuge (> 25 mm) qui les met à l'abri de leurs prédateurs (Beal 2006).

Sur la côte est américaine, la croissance des myes ensemencées varie beaucoup d'un endroit à l'autre, et elle est plus lente en montant vers le nord. Il ne faut en moyenne que 1,5 à 2 ans au Massachusetts à des myes de 10 à 15 mm pour atteindre une taille > 50 mm (Shields 2009, Buttner *et al.* 2010, Weston et Buttner 2010). Plus au Nord, dans le Maine, les myes ensemencées à une taille de 8 à 12 mm auront besoin de 4,5 à 6,5 ans pour atteindre la taille légale de 51 mm (Beal 2006). Enfin, encore plus au nord, aux Îles-de-la-Madeleine, il faut compter un peu plus de 6 ans à des myes ensemencées à 20 mm pour atteindre 50 mm (Chevarie *et al.* 2021).

## 5.2 Aux Îles-de-la-Madeleine

Comparativement à la situation des États-Unis, il est préférable au Québec d'ensemencer les jeunes myes tôt en été (avant la mi-juin) pour profiter de toute la saison de croissance qui est nettement plus courte. De nombreux essais d'ensemencement faits aux Îles-de-la-Madeleine ont permis de fixer certains paramètres importants.

L'enfouissement de la bordure des filets n'a pas été pratiqué en situation commerciale aux Îles-de-la-Madeleine en raison des conditions particulières qui y prévalent. En effet, les très faibles amplitudes des marées enregistrées dans la lagune du Havre aux Maisons (max : 0,5 m) combinées au relief très plat de la côte ont pour conséquence de n'offrir qu'un estran très étroit. Par conséquent, les myes sont ensemencées sur des parcelles qui ne s'assèchent que très rarement. Dans ces conditions, il est impossible de creuser des tranchées dans le substrat sablonneux sans que les parois ne s'affaissent. Comme le crabe vert ne constitue pas encore une menace, les filets ont plutôt été retenus en place à l'aide de tiges de métal déposées à plat (photo 25) sur la bordure des filets et retenues en place à l'aide de crochets métalliques enfouis dans le substrat (Chevarie *et al.* 2021). Par contre, cette approche a entraîné, à l'occasion, des problèmes d'efficacité de la protection quand les bordures des filets sont mal ajustées à la topographie de la parcelle de sorte que certains prédateurs ont pu s'introduire sous les filets.

La densité intermédiaire qui a été retenue pour les essais expérimentaux était de 300-500 myes/m<sup>2</sup> (Chevarie *et al.* 2021). Les jeunes myes, d'une taille moyenne de  $\geq 20$  mm, sont ensemencées « à la volée » (photo 25) et dispersées sur toute la surface d'ensemencement. Pour faciliter un ensemencement uniforme à la densité souhaitée, on peut diviser la surface en sous-parcelles plus petites pour y distribuer

des lots de myes préparés en quantité connue. Ainsi, on pourrait subdiviser une surface d'ensemencement de 46,5 m<sup>2</sup> (15,25 m x 3,05 m ou 50 pi x 10 pi) en cinq sous-parcelles de 9,3 m<sup>2</sup> (3,05 m x 3,05 m ou 10 pi x 10 pi) pour distribuer un lot de 4 650 myes sur chacune et ainsi obtenir une densité assez homogène de 500/m<sup>2</sup>. Il n'est évidemment pas nécessaire de dénombrer toutes les myes pour préparer des lots. Il suffit de bien mélanger les myes disponibles puis de remplir un contenant de volume connu avant de dénombrer le nombre de myes qu'il contient. On répète l'opération 3-5 fois pour obtenir une moyenne fiable du nombre de myes contenues par unité de volume. Par une règle de trois, il suffit ensuite de déterminer le volume nécessaire pour obtenir la quantité de myes recherchée. Si, par exemple, on a pu établir qu'un volume de 1 400 ml contenait en moyenne 800 myes de 20 mm, il faudrait donc remplir un volume de 8 138 ml ou 8,1 L pour obtenir environ 4 650 individus sans avoir à les compter (1 400 ml/800myes x 4 650 myes).

Des échantillons devraient être pris régulièrement, une fois par année, pour suivre l'évolution de la croissance et de la survie des myes ensemencées afin de mieux planifier leur récolte. En raison de sa localisation septentrionale, il faut prévoir au moins cinq à sept ans avant que la grande majorité des myes ensemencées à 20 mm n'atteignent les 50 mm au Québec.

## 6. La récolte

### 6.1 Généralités

Il y a très peu de données sur le taux de récupération au moment de la récolte. Les seules informations disponibles nous viendraient du Massachusetts, où on récupérerait de 16 à 32 % des myes ensemencées après deux ans (Dr Joseph K. Buttner, Salem State University; comm. pers.).

Il est évident que la récolte manuelle est difficilement rentable. La mécanisation est donc une étape essentielle pour l'avenir de la myiculture. Présentement, la récolte peut être faite avec un râteau hydraulique qui dessable les myes, mais il reste ensuite encore une étape manuelle soit la récupération de ces myes dessablées à l'aide d'épuisettes. Cette approche est fonctionnelle, mais requiert un investissement important en personnel. Ainsi, il faut prévoir 4-5 personnes pour une telle opération de récolte : une pour manipuler le râteau et 3-4 pour récupérer les myes. L'efficacité de récupération est variable en fonction des conditions de visibilité à travers la colonne d'eau de plusieurs centimètres. En effet, cette approche nécessite au moins 25 cm d'eau sur le site de récolte afin que le râteau soit efficace à déloger les myes. La mécanisation complète de l'opération reste donc une nécessité.

La mécanisation de la récolte de bivalves fouisseurs est plus ou moins développée selon les endroits et les espèces récoltées. Plusieurs types de machines sont utilisés pour récolter les sites aquacoles privés, mais la récolte mécanisée est généralement interdite sur les gisements publics. La récolte mécanisée peut être faite en bonne partie à l'aide de jets d'eau sous pression. Néanmoins, il y a encore beaucoup de récoltes manuelles à des fins commerciales qui sont faites un peu partout dans le monde. C'est le cas, par exemple, de la récolte de la palourde japonaise sur les sites ensemencés de la côte ouest-canadienne (Chevarie et Myrand 2005). Cette récolte s'effectue avec une fourche (Calderon *et al.* 2007a; Weston et Buttner 2010; Weston *et al.* 2010) ou un râteau (Calderon *et al.* 2005) spécialement adaptés.

La récolte mécanisée n'est pas permise dans toutes les situations. Il est donc fortement recommandé de faire des vérifications avant son usage pour chaque nouvelle situation. La législation pour les myes d'élevage permet généralement la mécanisation, sous certaines conditions.

## 6.2 Dessablage sous jet d'eau et récolte manuelle

La récolte mécanisée n'est pas encore très répandue, car il n'existe que peu de machines capables d'accomplir efficacement cette tâche. Une approche intermédiaire entre la récolte manuelle et la récolte mécanisée est le dessablage des myes par jets d'eau suivie d'une récolte manuelle.

Le dessablage des myes est facile à réaliser. Il suffit de diriger un jet d'eau sous pression vers la surface des sédiments pour dégager les myes qui y sont enfouies. La variante la plus simple est d'utiliser un puissant jet d'eau comme on le fait dans la municipalité de Barnstable à Cape Cod (Calderon *et al.* 2005). La récupération est ensuite faite manuellement avec des épuisettes métalliques (photo 26). Lorsque la densité est suffisante, les cueilleurs réussissent à faire de bonnes collectes pendant une marée basse avec cette technique.



**Photo 26. Récolte de myes communes à Barnstable (Massachusetts) à l'aide d'un puissant jet d'eau et d'une épuisette en métal.**

Une autre variante consiste à utiliser un « râteau hydraulique » pour diriger l'eau sous pression vers les sédiments à l'aide de buses (MacPhail 1961, Landry *et al.* 1997, Provencher 2005, Weston *et al.* 2010). Les myes délogées sont ensuite récupérées avec des épuisettes. Ce système a été utilisé par le myculteur aux Îles-de-la-Madeleine (Chevarie *et al.* 2021) et son utilisation a été approuvée par le MPO. L'inconvénient de cette approche est que le taux de récupération des myes varie beaucoup en fonction des conditions d'opération. En effet, il faut une épaisseur minimale d'eau sur le site de récolte afin que ce système fonctionne. Aussi, tout ce qui réduit la visibilité à travers la colonne d'eau (turbidité, reflets à la surface, etc.) entrave le repérage des myes à récupérer. Il faut aussi plusieurs personnes à la suite du passage du râteau pour récupérer les myes dessablées.

## 6.3 Récolteuse mécanique

Il n'y a pas encore de récolteuse efficace pour la récolte de myes sur substrat sablonneux ou vaseux, surtout que les myes commerciales sont enfouies à une bonne profondeur de la surface (10-30 cm de la surface) et ont une coquille fragile qui peut être facilement brisée par cette opération. Des prototypes ont été proposés (Anonyme 1998, Chevarie *et al.*; Chantal Gionet; Institut de recherche sur les zones côtières; comm. pers.), mais aucun n'est utilisé à l'échelle commerciale.

Il existe des machines pour la récolte des palourdes à l'échelle commerciale, lesquelles sont enfouies plus près de la surface que les myes et dont la coquille est plus robuste. Ces machines peuvent être assez imposantes, comme celle qui est utilisée sur la côte est américaine dans le secteur de Barnstable (près de Cape Cod) pour la récolte des quahaugs communes, *Mercenaria mercenaria* (Calderon *et al.* 2005 (photo 27). Avant de pouvoir être utilisé au Québec, cet engin devrait démontrer scientifiquement qu'il n'a pas d'impact négatif sur l'environnement et les autres espèces.



**Photo 27. Puissante machine utilisée pour la récolte de quahaugs communes à Barnstable (Massachusetts).**

Récemment, une récolteuse a été développée et est utilisée à l'échelle commerciale pour la récolte des palourdes japonaises, *Tapes philippinarum*, sur la côte ouest du Canada et des États-Unis. Il s'agit d'une machine adaptée d'une récolteuse à tulipes (McCallum 2008, Dewey 2102, Sterling et Cross 2013). Des machines sont aussi utilisées pour la récolte de palourdes en Europe (Toupoint 2005, Gauthier 2012).

#### **6.4 Aux Îles-de-la-Madeleine**

Le prototype d'une récolteuse mécanisée a été développé et construit aux Îles-de-la-Madeleine (photo 28) dans le cadre d'un partenariat entre Merinov et la Société de développement de l'industrie maricole (SODIM). Il reste toutefois quelques modifications à faire avant d'être opérationnelles à l'échelle commerciale (Chevarie *et al.* 2021). Elle intègre le dessable des myes par jets d'eau sous pression avec leur récupération par un effet d'aspiration Venturi. Les myes ainsi récupérées sont ensuite triées grossièrement par un peigne avant d'être dirigées par un convoyeur vers le système de tri installé directement sur la récolteuse. Seules les myes > 45 mm sont finalement récupérées dans le panier placé à la sortie de la trieuse, les autres sont laissées dans le sillage du passage de la récolteuse où elles se réenfouissent d'elles-mêmes. La récolteuse est autotractée et conçue pour récolter des sites recouverts avec au moins 35 cm (14 po) d'eau. Il faut probablement prévoir trois personnes pour l'opération : une pour diriger la machine, une autre pour ajuster les paramètres d'opération de la machine en fonction des changements dans les conditions et une autre pour gérer les paniers remplis de myes.



Photo 28. Prototype d'une récolteuse mécanisée pour la mye commune développée chez Merinov.

## 7. Le tri des myes après la récolte

### 7.1 Généralités

La croissance des myes est très variable pendant le cycle de production. De plus, le recrutement naturel ajoute chaque année de jeunes myes sur les parcelles ensemencées. Ces myes s'enfouissent dans le substrat au travers des myes ensemencées. Il en résulte donc une certaine hétérogénéité au niveau de la taille des myes récoltées avec une certaine proportion d'individus n'ayant pas atteint la taille commerciale. Dans bien des cas, il faut trier les myes avant de les commercialiser. Il n'y a actuellement pas de trieuse commerciale adaptée pour les myes au Canada. Il existe des calibreuses mécanisées en Europe, par exemple chez CMAgro (<http://www.cmagro.fr/archives/produit/calibreuse-a-moule/>) ou chez Hardouin-Forge-marine (<https://www.hardouin-sas.fr/fr/>). D'autres sont commercialisées aux É.-U., par exemple : *Clam Grader Inc* (<http://www.clamgrader.com/index.html>). Des machines sont aussi en cours de développement, par exemple chez *Woodbury Shellfish* ([http://woodburyfieldclamsorter.blogspot.ca/2013\\_01\\_01\\_archive.html](http://woodburyfieldclamsorter.blogspot.ca/2013_01_01_archive.html)). La fragilité de la coquille des myes communes, appelées aussi « *soft-shell clams* », cause beaucoup plus de limitations à la procédure de tri qu'avec les palourdes (*hard-shell clams*) qui ont des coquilles plus résistantes.

### 7.2 Aux Îles-de-la-Madeleine

Aux Îles-de-la-Madeleine, un système simple de tri a été utilisé commercialement. Il s'agissait d'un ensemble de tuyaux de PVC séparés les uns des autres par une distance de 17 mm, correspondant à la largeur minimale des myes commerciales (Chevarie et Myrand 2006a) et permettant le passage des myes de taille précommerciale (<17 mm de largeur et <51 mm de longueur) entre les espaces (Chevarie et Myrand 2006a). Les myes commerciales, plus grosses, glissent alors le long des tuyaux pour tomber dans un bac à l'extrémité (photo 29).



Photo 29. Table de tri artisanale utilisée pour séparer les différentes tailles de myes.

## 8. Le dessablage

### 8.1 Généralités

Puisque la fermeture de la coquille des myes n'est pas étanche, elles ont tendance à conserver du sable ou autre substrat emprisonné à l'intérieur de leurs coquilles lors de la récolte. Ce volet ne semble pas être une préoccupation pour la majorité des producteurs consultés et visités lors des différentes missions réalisées dans le cadre du programme MIM, puisqu'ils ne dessablent pas les myes et palourdes récoltées. Cependant, certaines entreprises ajoutent une phase de dessablage en milieu naturel après la récolte, comme c'est le cas de l'entreprise Clammer Dave's (<http://www.clammerdave.com/clams.html>). Le dessablage peut aussi avoir lieu lors de l'étape de transformation en usine. C'est, entre autres, le cas des produits vendus panés, des chaudières et divers autres produits mis en conserve.

C'est une étape assez simple qui ne nécessite pas d'équipement sophistiqué. Il suffit de les placer en suspension dans la colonne d'eau ou dans un bassin alimenté en continu en eau salée pendant 48 heures pour qu'elles se débarrassent de tous les sédiments accumulés à l'intérieur de leur coquille. Évidemment, le dessablage doit se faire dans un milieu où l'eau est considérée saine. Des analyses de salubrité de l'eau peuvent être exigées dans les milieux douteux.

### 8.2 Aux Îles-de-la-Madeleine

Les myes récoltées sont placées dans des paniers troués qui sont mis en suspension dans la colonne d'eau (photo 30) pendant au moins 48 h afin de leur permettre d'éliminer le sable contenu dans leur coquille. Cette opération se fait dans les lagunes qui sont des milieux plus abrités. L'entreprise locale utilise des bacs de plastique troués pour cette opération. Ces bacs sont immergés près de la surface et retenus par des câbles attachés à une structure porteuse (photo 30). Il n'est pas recommandé de garder les myes en suspension plus de quelques semaines (3-4), car une certaine détérioration peut être observée, principalement en périodes plus chaudes (Gérald Noël; comm. pers. à L. Chevarie).



**Photo 30. Bacs de dessablage en plastique installés dans un radeau à marée basse.**

## **9. La commercialisation et la livraison**

Cette ultime étape doit être bien planifiée pour éviter les pertes et réussir à approvisionner convenablement le marché avec un produit de qualité. La vie étagère des myes est d'environ une semaine, car les elles ne peuvent pas fermer leur coquille de façon étanche, ce qui entraîne un écoulement du liquide intervalvaire et une dessiccation des tissus. Les myes doivent donc être livrées aux consommateurs le plus rapidement possible. Elles peuvent être placées dans des sacs en filet pour leur transport jusqu'aux points de vente.

Il est important de maintenir en tout temps la chaîne de froid (environ 4 °C) à partir du moment où les myes sont maintenues hors de l'eau afin de diminuer leur stress et ainsi optimiser la durée de vie étagère. L'ajout de glace parmi les sacs est essentiel. L'utilisation d'un véhicule réfrigéré est aussi recommandée pour les trajets de plus longue durée. Les bacs de transport doivent permettre l'écoulement des liquides (eau de fonte de la glace et liquide intervalvaire) afin d'éviter leur accumulation au fond des bacs et l'exposition des myes à ce liquide stagnant.

## **10. Scénarios de production**

À la lumière de nos connaissances et de notre expérience, deux différents scénarios de production nous semblent prometteurs et sont proposés pour le Québec (tableau 2). Le premier est basé uniquement sur l'approvisionnement par transfert de myes juvéniles, alors que le second présente deux sources d'approvisionnement complémentaires : le transfert et le captage avec filets benthiques.

Le scénario 2 est plus long à cause des petites myes récupérées par captage à des tailles allant de 2 à 15 mm. La période de préélevage ajoute de 1 à 2 années essentielles à la croissance, comparativement aux myes transférées qui sont déjà de taille juvénile.

Le calendrier des opérations proposé ici est basé sur des opérations menées aux îles-de-la-Madeleine. Il risque donc de varier en fonction des conditions locales spécifiques à chaque site.



## 11. Conclusion

Il n'existe, nulle part au monde, de véritable production commerciale de myes. Par conséquent, aucune approche décrite ci-dessus n'a encore été standardisée. Certaines approches ou équipements utilisés pour l'élevage des palourdes peuvent éventuellement être utiles pour la mye, mais il faut se rappeler qu'il y a, malgré tout, des différences importantes entre ces bivalves fousseurs. D'une part, les myes sont habituellement commercialisées à une taille > 50 mm tandis que les palourdes sont surtout commercialisées à titre de « *Little necks* » à une taille d'environ 40 mm. Le cycle de production est donc plus long pour la mye que pour la palourde. De plus, la mye a une coquille beaucoup plus fragile que la palourde. Ceci a des répercussions sur la façon de manipuler les individus concernés. La mécanisation des opérations doit donc être plus délicate pour la mye. De plus, les palourdes sont mieux protégées contre les prédateurs avec leur coquille plus épaisse. Finalement, les myes s'enfouissent plus profondément que les palourdes, ce qui a une incidence sur des opérations comme la récolte. On ne peut donc pas transférer directement à l'élevage de la mye des procédures développées pour l'élevage de la palourde. On ne peut que s'en inspirer.

## Partie III

### 1. Matériel et structures d'élevage nécessaires aux différentes étapes de production

À titre informatif, voici une liste générale et non exhaustive de matériel et de structures nécessaires pour les opérations mycoles.

#### 1.1 Approvisionnement

- Engin mécanique de récolte (récolteuse hydraulique) pour les myes juvéniles (scénario 1)
- Filets de captage (tiges et crochets métalliques + petites bouées) (scénario 2)

#### 1.2 Prélevage et contention avant l'ensemencement

- Système *upweller* FLUPSY (en salle ou à quai) pour scénario 2
- Paniers japonais (*pearl-nets*)

#### 1.3 Ensemencement

- Filets de protection (avec tiges et crochets métalliques et petites bouées)

#### 1.4 Récolte

- Engin mécanique de récolte (récolteuse hydraulique)
- Paniers de transport

#### 1.5 Dessablage

- Structure de dessablage (installée sur un site salubre et facile d'accès)
- Paniers troués (plastiques ou métalliques)

#### 1.6 Commercialisation et livraison

- Poches de contention (genre poches en filet)
- Bacs isothermes ou camion réfrigéré pour les longs transports

## 2. Équipements généraux de travail

- Véhicule roulant (camion) et remorque.
- Embarcation (catamaran de préférence ou autre bateau) :
  - Instruments de navigation (GPS, compas, etc.);
  - Treuil hydraulique;
  - Système d'ancrage;
  - Autres équipements standards nécessaires à une navigation sécuritaire.
- Accès à quai.
- Bâtiment (salle de travail et entrepôt).
- Tiges de localisation (ou ancrage de coin) pour la délimitation des sites.
- Prise en eau de mer.
- Paniers de transport en plastique.
- Divers petits outils.
- Équipements de bureau (ordinateur, papeterie, mobiliers, téléphone, etc.).
- GPS portatif.
- Cordage.
- Accès à l'électricité (à proximité pour le *Upweller*).

Les opérations mycoles nécessitent le transport d'équipement et de matériel entre les sites d'élevage et la base terrestre de l'entreprise. Les sites sont localisés en zone intertidale où le niveau d'eau varie constamment avec les marées. Il faut donc être en mesure de se rendre et de se déplacer sur ces sites qui, la plupart du temps, sont recouverts d'une couche plus ou moins importante d'eau. L'idéal est de pouvoir compter sur un catamaran. Ce type d'embarcation, à faible tirant d'eau, fournit une plate-forme de travail et de stockage de matériel intéressante. On peut l'approcher près des sites de travail et ainsi avoir le matériel nécessaire à portée de main. Il devrait être doté d'un treuil hydraulique afin de faciliter la manutention d'objets lourds. Une rampe mobile devrait aussi être aménagée pour la récolteuse mécanique. Une cabine fermée permet enfin de garder au sec le matériel plus fragile, particulièrement le matériel électronique de navigation.

## 3. Transformation et marché

La taille commerciale légale pour la récolte et la vente de myes sauvages au Québec est de 51 mm ou 2 pouces (gouvernement du Canada, site Web). Cependant, au Québec, la Loi sur l'aquaculture commerciale (LRQ, chapitre A-20.2) permet que les myes communes produites via un processus aquacole soient vendues à une plus petite taille en fonction des stratégies de commercialisation de l'éleveur. Il est important de vérifier la législation concernant la taille commerciale des myes, car elle diffère d'une province à l'autre.

Outre le produit frais, les myes transformées sont très demandées, surtout aux États-Unis. Les myes peuvent être préparées de diverses façons, dont les plus populaires sont la chaudière ainsi que la chair panée et frite. Les myes cuites et décortiquées peuvent être mises en conserves ou en pots pour augmenter leur durée de conservation et faciliter la disponibilité du produit.

La commercialisation de la mye d'élevage n'est pas soumise à la Loi sur la transformation des produits marins (LRQ chapitre T-11.01) qui stipule que toute mye sauvage qui est expédiée hors Québec doit préalablement être transformée au Québec (réf.). La mye d'élevage peut donc être vendue à l'état frais

hors Québec sans restriction, pourvu qu'elle soit récoltée dans une zone ouverte à la récolte. Certaines zones accessibles à la récolte peuvent être fermées, si les résultats des analyses faites par l'Agence canadienne d'inspection des aliments dépassent les normes de contamination ou la toxicité.

## **4. Permis**

### **4.1 Permis de site aquacole**

Au Québec, le permis qui octroie un site aquacole est délivré par le MAPAQ (ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation). Le formulaire de demande de site aquacole est disponible dans les bureaux régionaux du MAPAQ qui se chargent ensuite d'acheminer la demande aux divers intervenants des deux paliers gouvernementaux pour analyse. Il est important de s'y prendre plusieurs mois à l'avance, car l'analyse de la demande est parfois longue étant donné la multiplicité des intervenants concernés. De plus, une demande de site aquacole nécessite inévitablement d'autres démarches qui sont souvent essentielles au montage d'une entreprise (plan d'affaires, demandes de financement, etc.).

### **4.2 Permis pour la vente**

Au Québec, le permis aquacole que détient le producteur (permis provincial) lui permet de vendre son produit d'élevage qui n'a subi aucune transformation aux poissonneries, aux grossistes ou aux particuliers. Cependant, celui qui désire vendre un produit ayant subi une quelconque préparation doit détenir un permis de préparation générale (comm. pers. Gérard Bouffard, inspection des aliments, MAPAQ) qui peut être obtenu auprès du MAPAQ

(<https://www.mapaq.gouv.qc.ca/fr/Transformation/md/Permis/Pages/prepvente.aspx>).

## **Conclusion générale**

Le partage des connaissances acquises au cours des années dans le cadre des activités du Programme MIM se veut l'aboutissement de ce programme qui s'est déroulé de 2000 à 2012.

En espérant que ce guide puisse laisser un outil de références facile à consulter autant pour les néophytes que pour les gens plus avertis. Il constitue la compilation d'un grand nombre de données et la synthèse de beaucoup d'informations provenant souvent d'articles scientifiques, mais aussi de documents plus vulgarisés. Ces nombreuses références pourront, au besoin, être utiles au lecteur qui cherche des réponses plus précises sur un sujet spécifique.

Il est également à espérer que l'ensemble des informations fournies pourra servir de point de départ pour quiconque s'intéresse à la mye commune et facilitera la planification de futures interventions en myiculture. Ce guide n'a pas la prétention d'être un livre de recettes qu'il faut suivre à la lettre. Il s'agit plutôt d'un recueil d'informations et de suggestions à valider en fonction de chaque situation spécifique. Il est évident que des ajustements seront encore nécessaires pour optimiser les techniques et approches proposées. La mariculture est un secteur en plein développement qui est soumis à des améliorations constantes. La myiculture, quant à elle, est dans ses premiers balbutiements de sorte qu'il y a encore beaucoup de place à amélioration. Dans cette optique, il est à espérer que de nouveaux efforts seront investis au cours des prochaines années afin de faire progresser la myiculture au Québec.

## Remerciements

L'équipe tient à remercier Gérald Noël (Élevage de myes PGS Noël inc.) d'avoir partagé plusieurs de ses expériences d'entreprise. Sincères remerciements à tous les techniciens(nes) qui ont travaillé à long terme ou occasionnellement sur les différents volets du programme MIM (2000 à 2012), ainsi que tous les étudiantes et étudiants. Merci également aux membres du personnel ouvrier et scientifique de Merinov aux Îles-de-la-Madeleine qui ont apporté leur expertise aux recherches.

## Références

- ACIA. 2013. <http://www.inspection.gc.ca/aliments/information-pour-les-consommateurs/fiches-de-renseignements/produits-et-risques-specifiques/poisson-et-produits-de-mer/toxines-dans-les-mollusques/fra/1332275144981/1332275222849>. Site consulté le 28 août 2013.
- Anonyme. 1998. *The Maine Clam Handbook. A community guide for improving shellfish management. New Hampshire Sea Grant College Program*. Maine, USA. 77 p.
- Aucoin, F., S. Doiron et M. Nadeau. 2004. *Guide d'échantillonnage et d'identification des larves d'espèces à intérêt maricole*. Guide publication G005. MAPAQ. 73 p.
- Audet, D, D.S. Davis, G. Miron, M. Moriyasu, K. Benhalima et R. Campbell. 2003. *Geographical expansion of a nonindigenous crab, *Carcinus maenas* (L.), along the Nova Scotia shore into the southeastern gulf of St. Lawrence, Canada*. J. Shellfish Res., 22: 255-262.
- Baker, P.K. et R. Mann. 1991. *Soft-shell clam *Mya arenaria**. School of marine science. Virginia Institut of Marine Sciences. Gloucester Point, Virginia. [http://www.dnr.state.md.us/irc/docs/00000260\\_04.pdf](http://www.dnr.state.md.us/irc/docs/00000260_04.pdf). Site consulté le 28 août 2013.
- Baptist, J.P. 1955. *Burrowing ability of juvenile clams*. U.S. Fish and Wildlife Service Spec. Sci. Rep. Fish. No. 140. 13 p.
- BC Shellfish Growers Association. 2013. <http://bcsga.ca/about/industry-encyclopedia/clams/>. Site consulté le 28 août 2013.
- Beal, B.F. 2005. *Soft-shell clam, *Mya arenaria*, mariculture in Maine, USA: Opportunities and challenges*. AAC Spec. Public., 9: 41-44.
- Beal, B.F. 2006. *Biotic and abiotic factors influencing growth and survival of wild and cultured individuals of the softshell clam (*Mya arenaria*) in eastern Maine*. J. Shellfish Res., 25: 461-474.
- Beal, B.F. 2007. Predation studies in Maine. P. 38-41. In Calderon, I. (éd.) *Atelier de travail sur l'élevage de la mye commune*. Compte rendu No 32. Les publications de la Direction de l'innovation et des technologies. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation, Gaspé, 50 p.
- Belding, M.D. 2004. *The works of David L. Belding M.D. biologist*. Cap Cod Cooperative extension of Barnstable.

- Belvin, S., L. Chevarie et B. Myrand. 2009. *Évaluation des pathogènes et des pathologies des myes de la lagune du Havre-aux-Maisons en 2005 et en 2006*. p. 5. In Chevarie, L., B. Myrand et R. Tremblay (éd.) Programme de recherche/développement en myiculture aux Iles-de-la-Madeleine (Programme MIM-II) 2005-2006. MAPAQ, DIT, Compte rendu N° 36, 55 p.
- Belvin, S., L. Chevarie et B. Myrand. 2007. *Pathogènes et pathologies des myes de la lagune du Havre-aux-Maisons en 2004*. p. 3. In Chevarie, L. et B. Myrand (éd.) Programme de recherche/développement en myiculture aux Iles-de-la-Madeleine (Programme MIM) 2004 et bilan 2000-2005. MAPAQ, DIT, Compte rendu N° 30, 47 p.
- Belvin, S., R. Tremblay, L. Chevarie et B. Myrand. 2006a. *État de santé des myes des lagunes de Havre-aux-Basques et Havre-aux-Maisons*. p. 14. In Chevarie, L. et B. Myrand (éd.) Programme de recherche/développement en myiculture aux Iles-de-la-Madeleine. MAPAQ, DIT, Compte rendu N° 19, 71 p.
- Belvin, S., L. Chevarie et B. Myrand. 2006b. *État de santé des myes des lagunes de Havre-aux-Maisons et Havre-aux-Basques en 2003*. p. 12. In Chevarie, L. et B. Myrand (éd.) Programme de recherche/développement en myiculture aux Iles-de-la-Madeleine (Programme MIM) 2003. MAPAQ, DIT, Compte rendu N° 28, 50 p.
- Bourget, E. 1997. *Les animaux littoraux du Saint-Laurent*. Guide d'identification. Les presses de l'Université Laval. 268 p.
- Bourque, D., G. Miron et T. Landry. 2001. *Predation on soft-shell clams (*Mya arenaria*) by the nemertean *Cerebratulus lacteus* in Atlantic Canada*. Hydrobiol., 456: 33-44.
- Bousfield, E.L. 1964. Coquillages. Musée national du Canada. 89 p.
- Bower, S.M., S.E. McGladdery et I.M. Price. 1994. *Synopsis of infectious diseases and parasites of commercially exploited shellfish*. Ann. Rev. Fish Diseases., 4: 1-199.
- Brousseau, D.J. 1978. *Spawning cycle, fecundity and recruitment in a population of soft-shell clam, *Mya arenaria*, from Cape Ann, Massachusetts*. Fish. Bull., 76:155-166.
- Brousseau, D.J. 1979. *Analysis of growth rate in *Mya arenaria* using the Von Bertalanffy equation*. Mar. Biol., 51: 221-227.
- Brousseau, D.J. et J.A. Baglivo. 1987. *A comparative study of age and growth in *Mya arenaria* (soft-shell clam) from three populations in Long Island sound*. J. Shellfish Res., 6 : 17-24.
- Brulotte, S. et M. Giguère. 2003. *Évaluation d'un gisement de mye commune (*Mya arenaria*) de l'embouchure de la rivière Mingan, Québec*. Rapp. tech. can. halieut. aquat. 2511 : xi + 58 p.
- Brulotte, S. et M. Giguère. 2007. *Reproduction et taille à la maturité sexuelle de la mye commune (*Mya arenaria*) au Québec*. Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques. N° 2698: 40 p.

- Brulotte, S., M. Giguère, S. Brillon et F. Bourque. 2006. *Évaluation de cinq gisements de mye commune (Mya arenaria) aux Îles-de-la-Madeleine, Québec, de 2000 à 2003*. Rapp. tech. can. halieut. aquat. 2640: xii + 92 p.
- Buttner, J.K., M. Fregeau, S. Weston, B. McAneney, J. Grundstrom, A. Murawski et E. Parker. 2004. *Commercial culture of softshell clams has arrived and is growing on Massachusetts' North shore*. J. Shellfish Res., 23: 633.
- Buttner, J.K., S. Weston et B.F. Beal. 2010. *Softshell clam culture: Hatchery phase, Broodstock care through seed production*. Northeastern Massachusetts Aquaculture Center and Department of Biology, Salem State College, Salem. 18 p.
- Calderon, I., L. Chevarie, B. Myrand, M.E. Nadeau et M. Roussy. 2005. *Contexte technologique et réglementaire de l'élevage de la mye et de la quahaug commune en Nouvelle-Angleterre*. Rapport de mission 25 août au 1<sup>er</sup> septembre 2002. MAPAQ, DIT, Compte rendu N° 15. 35 p.
- Calderon, I., L. Chevarie, J.F. Mallet, B. Myrand et F. Schautaud. 2007a. *Technique d'élevage de la mye et modèle communautaires d'écloserie de mollusques*. Mission exploratoire réalisée au Maine, au Massachusetts et à New York. 4 au 9 juin 2006. MAPAQ, DIT, Compte rendu N° 33, 18 p.
- Calderon, I., Myrand, B. et R. Tremblay (éd.). 2007b. *Atelier de travail sur l'élevage de la mye commune*. MAPAQ, DIT, Compte rendu N° 32. 50 p.
- Castagna, M. et J.N. Kraeuter. 1981. *Manual for growing the hard clam Mercenaria*. Marine Science and Ocean Engineering: 1-110.
- Cat Cove Marine Laboratory <http://www.salemstate.edu/academics/schools/7577.php>.
- Cerrato, R.M., H.V.E. Wallace et K.G. Lightfoot. 1991. *Tidal and seasonal patterns in the chondrophore of soft-shell clam Mya arenaria*. Biol. Bull.,181: 307-311.
- Chabot, R. et A. Rossignol. 2003. *Algues et faune du littoral du Saint-Laurent maritime : Guide d'identification*. Institut des sciences de la mer de Rimouski; Pêches et Océans Canada (Institut Maurice-Lamontagne), Mont-Joli. 113 p.
- Chandler, R.A., S.M.C. Robinson et J.D. Martin. 2001. *Collection of soft-shell clam (Mya arenaria L.) spat with artificial substrates*. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. # 2390, 8 p.
- Chevarie, L. et B. Myrand. 1998. *Rapport de la mission d'étude sur l'élevage de myes (Mya arenaria) effectuée à l'Île-du-Prince-Édouard et au Nouveau-Brunswick*. Juillet 1998. Rapport interne.
- Chevarie, L. et B. Myrand. 2005. *Élevage de la palourde japonaise (Tapes philippinarum) en Colombie-Britannique et dans l'état de Washington*. Compte rendu N° 18. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, 23 p.
- Chevarie, L. et B. Myrand. 2006a. *Programme de recherche-développement en myiculture aux Îles-de-la-Madeleine (Programme MIM) 2000-2002*. MAPAQ, DIT, Compte rendu N° 19, 71 p.

- Chevarie, L. et B. Myrand. 2006b. *Programme de recherche-développement en myiculture aux Îles-de-la-Madeleine (Programme MIM) 2003*. MAPAQ, DIT, Compte rendu N° 28, 50 p.
- Chevarie, L. et B. Myrand. 2007. *Programme de recherche-développement en myiculture aux Îles-de-la-Madeleine (Programme MIM) 2004*. MAPAQ, DIT, Compte rendu N° 30, 47 p.
- Chevarie, L., B. Myrand et R. Tremblay. 2008. *Programme de recherche/développement en myiculture aux Îles-de-la-Madeleine (Programme MIM) 2005-2006*. MAPAQ, DIT, Compte rendu No 36, 55 pp.
- Chevarie, L., Myrand, B. et R. Tremblay. 2021. *Programme de recherche/développement en myiculture aux Îles-de-la-Madeleine (Programme MIM) 2007-2012*. Merinov.
- Chevarie, L. et G. Werstink. 2009. *Techniques de prélevage en paniers de sable et autres techniques d'élevage de la mye commune*. Mission exploratoire réalisée à Martha's Vineyard, Rowley et Cat Cove Marine Laboratory (Massachusetts), 8 au 11 juin 2009. Rapport interne. 6 pp.
- Clam Grader Inc (<http://www.clamgrader.com/index.html>).
- Clammer Dave's : <http://www.clammerdave.com/clams.html>.
- CMAgro (<http://www.cmagro.fr/archives/produit/calibreuse-a-moule/>).
- Commito, 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.
- Dewar, K. and J. Keys. Non daté. *Natural spat settlement and survival of soft-shell clams, Mya arenaria via recruitment netting*. Eastern Charlotte Waterways Inc. 23 p.
- Dewey, B. 2012. Chuckanut Shellfish. Site consulté le 11 avril 2013.  
[http://www.youtube.com/watch?v=SiLGJpCIIb4&list=FLZf\\_C2o2mxoqYKgQZxUtkpw](http://www.youtube.com/watch?v=SiLGJpCIIb4&list=FLZf_C2o2mxoqYKgQZxUtkpw).
- Doiron, S. 2008. *Manuel de référence de l'ostréiculteur*. Ministère de l'agriculture, des pêches et de l'aquaculture du Nouveau-Brunswick. 75 p.
- Dow, R.L. et D.E. Wallace. 1952. *The Maine clam (Mya arenaria)*. Department of Sea and Shore Fisheries. Augusta, Maine.
- Downeast Institute for Applied Marine Research & Education <http://downeastinstitute.org/soft-shell-clam-stock-enhancement.htm>.
- Dunn, R., L.S. Mullineaux et S.W. Mills. 1999. *Resuspension of postlarval soft-shell clams Mya arenaria through disturbance by the mud snail Ilyanassa obsoleta*. Mar. Ecol. Progr. Ser., 180: 223-232.
- Eilser, R. 1977. *Acute toxicities of acute heavy metals to the softshell clam, Mya arenaria*. Bull. Environ. Contam. Toxicol., 17: 135-147.
- Emerson, C.W. et J. Grant. 1991. *The control of soft-shell clam (Mya arenaria) recruitment on intertidal sandflats by bedload sediment transport*. Limnol. Oceanogr., 36: 1288-1300.

- FAO. 2013. [http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Mercenaria\\_mercenaria/en](http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Mercenaria_mercenaria/en). Site consulté le 29 août 2013.
- Flimlin, G. 2000. *Nursery and growout methods for aquacultured shellfish*. NRAC Publications. 14 p.
- Flimlin, G. 2010a. *Shellfish upweller silo construction : 101*. NRAC Publications. 8 p.
- Flimlin, G. 2010b. Upwellers and FLUPSYS.  
<http://www.seagrant.umaine.edu/files/Dana%20Morse/10upwellupdateFlimlin.pdf>. Site consulté le 10 octobre 2013.
- Floyd, T. et J. Williams. 2004. *Impact of green crab (Carcinus maenas L.) predation on a population of soft-shell clams (Mya arenaria L.) in the southern Gulf of St. Lawrence*. J. Shellfish Res., 23: 457-462.
- Garnerot, F. 2007. *Contribution à l'amélioration des connaissances sur la physiologie de Mya arenaria (mollusque bivalve) : description du système nerveux, des structures fonctionnelles de la gonade et de leurs interactions*. Thèse présentée à l'Université du Québec à Rimouski.
- Gauthier, C. 2012. *Chenillard pour la pêche aux palourdes dans la baie du Croisic*. Site consulté le 15 octobre 2013. <http://www.youtube.com/watch?v=QOqGmwiW44c>
- Gillis, D.J., J.N. MacPherson and T.T. Rattray. 2000. *The Status of green crab (Carcinus maenas) in Prince Edward Island in 1999*. Technical Report # 225. PEI Department of Fisheries and Tourism.
- Gouvernement du Canada. Site consulté le 9 avril 2014.  
<http://canadagazette.gc.ca/archives/p2/2003/2003-10-08/html/sor-dors314-fra.html>.
- Glude, J. B. 1955. *The effects of temperature and predators on the abundance of the soft-shell clam, Mya arenaria, in New England*. U.S. Department of the Interior, Fish and Wildlife Service Boothbay Harbor, Maine, p.13-26.
- Grunden, D.W. et D. Ewart. 2006. *Early steamer clam (Mya arenaria) restoration efforts in two coastal ponds in Oak Bluffs, MA (Martha's Vineyard Island)*. J. Shellfish Res., 25: 663.
- Hanks, R.W. 1963. *The soft-shell clam*. U.S. Fish. Wildlife Service Fish. Circ. 162. 16 p.
- Hardouin-Forge-marine.  
<http://www.hardouin-forge-marine.com/fr/calibreuses-a-moules-et-autres-coquillages-CF13.html>.
- Hawkins, C.M. 1985. *Le monde sous-marin – La mye*. Direction générale des communications, Ministère des Pêches et des Océans, Ottawa (Ontario). K1A 0E6. (Bibliothèque des Pêches de la rue Lower Water, aussi HMBTIC ROOM). 6 p.
- Hawkins, M. 1994. *Lignes directrices/exigences relatives à la qualité de l'habitat de la mye*. Site consulté en 2011. [http://www.mar.dfo-mpo.gc.ca/sciences/hab/f/mya\\_fr.htm](http://www.mar.dfo-mpo.gc.ca/sciences/hab/f/mya_fr.htm).



- Hines, A.H. et G.M. Ruiz. 2001. *Marine invasive species and biodiversity of south central Alaska*. Report submitted to Regional Citizen's Advisory Council of Prince William Sound. Ankorage, USA. 75 p.
- Hidu, H et C.R. Newell. 1989. *Culture and ecology of the soft-shelled clam, Mya arenaria*. Chapter 11. In Manzi, J.J. et M. Castagna (Eds) *Clam culture in North America*. Elsevier, Amsterdam, The Netherlands.
- Hunt, H.L. 2004. *Effects of epibenthic predators in flow: transport and mortality of juveniles of the soft shell clam Mya arenaria*. *Mar. Ecol. Progr. Ser.*, 279: 151-160.
- Hunt, H.L. et L.S. Mullineaux. 2002. *The roles of predation and postlarval transport in recruitment of the soft shell clam (Mya arenaria)*. *Limnol. Oceanogr.*, 47: 151-164.
- Jacques A., J.-C.F. Brêthes et G. Desrosiers. 1984. *La croissance de Mya arenaria en relation avec les caractéristiques du sédiment et la durée d'immersion, sur la batture de Rimouski*. *Sciences et techniques de l'eau*, 17 : 95-99.
- Jellett, J.F. 1993. *Phytotoxins and shellfish aquaculture*. *World Aquaculture* 24: 32-43.
- Kingzett, B. 2012. *SOLAR FLUPSY project update: Design and Construction Report*. Site consulté le 9 octobre 2013. <http://viudeepbay.com/2012/02/12/design-and-construction-report-solar-flupsy-project/>.
- Landry, T., Moran, K. et H. Kerr. 1997. *The effect of hydraulic rake on softshell clam enhancement*. *J. Shellfish Res.* 16 : 269.
- Leavitt, D. 1998. *Clam tents: A new approach to soft-shell clam culture and management*. *Marine Extension Bulletin*, Sea Grant Woods Hole, September 1998, 4 p.
- Leavitt, D. non daté. *Performance evaluation of a floating upweller system powered by photovoltaics*. <http://www.seagrant.umaine.edu/files/Dana%20Morse/10upwellupdateLeavittsolar.pdf>. Site consulté le 9 octobre 2013.
- Leavitt, D. 2010. *Shellfish Upweller Nurseries, The Delaware Aquaculture Resource Center*. Site consulté le 9 octobre 2013. <http://darc.cms.udel.edu/ibsa/10upwellupdateLeavitt.pdf>.
- Le Granché, P et M. Damerval. 2011. *In Doris, 14/2/2011 : Mya arenaria Linnaeus, 1758*. Site consulté le 10 avril 2014. [http://doris.ffessm.fr/fiche2.asp?fiche\\_numero=2048](http://doris.ffessm.fr/fiche2.asp?fiche_numero=2048).
- MacDonald, B.A. et M.L.H. Thomas. 1980. *Age determination of soft-shell clam Mya arenaria using shell internal growth lines*. *Mar. Biol.*, 58: 105-109.
- MacKenzie, C. 1979. *Management for increasing clam abundance*. *Mar. Fish. Rev.*, October 1979: 10-22.
- MacKenzie, C.L.J. et S.M. Mclaughlin. 2000. *Life history and habitat observations of softshell clams Mya arenaria in northeastern New Jersey*. *J. Shellfish Res.*, 19: 35-41.
- MacPhail, J.S. 1961. *Building and testing an hydraulic clam rake*. *Fish. Res. Bd. Canada Ms. Rpt Ser. No 711*. 11 p.

MAPAQ <http://www.mapaq.gouv.qc.ca/fr/Transformation/md/Permis/Pages/prepvente.aspx>

Martha's Vineyard Shellfish Group: <http://mvshellfishgroup.org/article.php?id=32>.

McCallum, D. 2008. *Mechanical clam harvester 2*. [http://www.youtube.com/watch?v=uG6Eaql2\\_vc](http://www.youtube.com/watch?v=uG6Eaql2_vc). Site consulté le 15 octobre 2013.

McGladdery, S., C.L. Reinisch, G.S. MacCallum, R.E. Stephens, C.L. Walker et J.T. Davidson. 2001. *Haemic neoplasia in soft-shell clams (Mya arenaria)* : Recent outbreaks in Atlantic Canada and discovery of a p53 gene homologue associated with the condition. Bull. Aquacult. Assoc. Canada, 101 3 : 19-26.

Medcof, J.C. et J.S. MacPhail. 1955. *Survey of bar clam resources of the Maritime provinces*. Fish. Bd Can.: 1-6.

Miron, G., D. Audet, T. Landry et M. Moriyasu. 2005. *Predation potential of the invasive green crabs (Carcinus maenas) and other common predators on commercial bivalve species found on Prince Edward Islands*. J Shellfish Res., 24: 579-586.

Murawski, A. 2007. *A novel way for growing the soft shell clam Mya arenaria*. J. Shellfish Res., 26: 665.

Myrand, B. 1991. *Conditions environnementales dans les lagunes des îles-de-la-Madeleine et paramètres biologiques de la moule bleue*. Atelier de travail sur la mortalité estivale des moules aux Îles-de-la-Madeleine, Québec, 23-25 avril 1991. MAPAQ, DRST doc. Rech. 91/11.

Myrand, B., L. Chevarie et R. Tremblay. 2012. *Benthic spat collection of softshell clams (Mya arenaria Linnaeus, 1758) using mats*. J. Shellfish Res., 31 : 39-48.

Nadeau, M., B. Myrand, L. Chevarie. et R. Tremblay. 2014. *Taille refuge de la mye face à la prédation du crabe commun*. In Chevarie, L., B. Myrand et R. Tremblay (éd.) Programme de recherche/développement en myiculture aux îles-de-la-Madeleine (Programme MIM) 2007-2012. Merinov, Compte rendu.

Newell, C.R. 1991. *The soft-shell clam Mya arenaria (Linnaeus) in North America (Chapter 1)*. In Menzel, W. (ed). Estuarine and Marine Bivalve Mollusk Culture. CRC Press inc., USA. 376 p.

Newell, C.R. et H. Hidu. 1982. *The effects of sediment type on growth rate and shell allometry in the soft shelled clam Mya arenaria* L. J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 65: 285-295.

Newell, C.R. et H. Hidu. 1986. *Species profiles : Life histories and environmental requirements of coastal fish and invertebrates (North Atlantic), soft-shell clam*. Biological report 82 (11.53) TR EL-82-4, June 1986. 17 p.

Paille, N., J. Lambert, N. Simard et S. Pereira. 2006. *Le crabe vert (Carcinus maenas) : Revue de littérature et situation aux Îles-de-la-Madeleine*. Rapp. can. ind. sci. halieut. aquat. 276 : vi + 36 p.

Pariseau, J., B. Myrand, G. Desrosiers, L. Chevarie et M. Giguère. 2007. *Influences of physical and biological variables on softshell clam (Mya arenaria Linnaeus 1758) burial*. J. Shellfish Res., 26: 391-400.

Pêches et Océans Canada, *Qualité de l'environnement- santé publique, médecine et organismes dangereux*. Site consulté le 9 avril 2014.

<http://www.gc.dfo-mpo.gc.ca/iml/bibliographie/francais/categoriesIML572.HTM>.

Pérès, J.M. 1976. *Précis d'océanographie biologique*. Presses universitaires de France. 246 p.

Pickering, T. et P.A. Quijon. 2011. *Potentiel effects of a non-indigenous predator in its expanded range: assessing green crab, Carcinus maenas, prey preference in a productive coastal area of Atlantic Canada*. Mar. Biol., 158: 2065-2078.

Plan Saint-Laurent. 2011. Site consulté le 28 aout 2013.

[http://planstlaurent.gc.ca/fileadmin/site\\_documents/documents/SESL/eaux\\_coquill\\_2011\\_f.pdf](http://planstlaurent.gc.ca/fileadmin/site_documents/documents/SESL/eaux_coquill_2011_f.pdf).

Provencher, L. 2005. *Étude d'impact du prélèvement de myes communes (Mya arenaria) au moyen d'un râteau hydraulique sur la communauté benthique du banc coquillier du barachois de Malbaie*. SODIM. Gaspé: 22 pp. [http://www.sodim.org/pdf/Myes/710,12\\_Impacts\\_râteau\\_hydraulique.pdf](http://www.sodim.org/pdf/Myes/710,12_Impacts_râteau_hydraulique.pdf). Site consulté le 15 octobre 2013.

Ritchie, T.P. 1976. *The U.S. clam industry*. Univ. Del. (Newark) Sea Grant Publ. DEL-SG-26-76. 119 p.

Rivara, G., K. Tetrault, et R.M. Patricio. Non daté. *A low cost floating upweller shellfish nursery system construction and operations guide*. <http://ccesuffolk.org/assets/Aquaculture/upwellerfactsheet1.pdf>. Site consulté le 9 octobre 2013.

Roegner. G.C. et R. Mann. 1991. *The hard shell clam*. In: S. Funderburk, J. A. Mihursky, S. J. Jordan et D. Riley (eds). *Habitat requirements for Chesapeake Bay living resources*. Annapolis, MD: U.S.F.W.S. 5.1-5.17.

Rowell, T.W. 1992. *Destruction of clam population (Mya arenaria Linné) through the synergistic effects of habitat change and predation by nemertean (Cerebratulus lacteus Verrill)*. Department of Fisheries and Oceans, Bedford institute of Oceanography.

Shields, T. 2009. IV D. *Shellfish Stock Enhancement Project*. Division of Marine Resources, Commonwealth of Massachusetts: 219-256.

<http://www.mass.gov/eea/docs/dfg/dmf/programsandprojects/hubline/hubline-5yr-shellfish-stock-enhancement.pdf>. Site consulté le 10 octobre 2013.

Shumway, S.E. 1989. *A serious threat to shellfish aquaculture*. World Aquaculture, 20: 65-74.

Smith, O.R. et E. Chin. 1951. *The effects of predation on the soft-shell clams, Mya arenaria*. Proc. Natl. Shellfish Assoc., 1951: 37-44.

Sterling D. et S. Cross. 2013. *Mechanized clam harvesting for coastal British Columbia: An assessment of potential environmental implications*. Aquaculture Collaborative Research and Development Program (ACRDP) Fact Sheet. Issue 18. March 2013. 4 p.

Stickney, A.P. 1964a. *Feeding and growth of soft-shell clams, Mya arenaria*. Fish. Bull., 63 : 635-642.

- Stickney, A.P. 1964b. *Salinity, temperature and food requirements of soft-shell clam larvae in the laboratory*. Ecology, 45: 283-291.
- Tita, G. et L. Chevarie. 2006. *Bioaccumulation de métaux lourds (cuivre, cadmium et arsenic) dans les myes de la lagune du Havre aux Maisons*. P. 11. In Chevarie, L. et B. Myrand (éd.). Programme de recherche-développement en myiculture aux Iles-de-la-Madeleine. MAPAQ, DIT, Compte rendu N° 19, 71 pp.
- Toba, D., B. Dewey, et T. King. 2005. *Small-scale clam farming for pleasure and profit in Washington*. S. G. Washington, University of Washington. WSG-AS 03-02: 17 p.
- Toupoint, N. 2005. *Vénéiculture et habitats intertidaux des îles Chausey- Cas des banquettes à Lanice conchilega*. Master II Professionnel Gestion de la biodiversité et des écosystèmes en milieu marin. Université de Lille-1. 65 pp. Site consulté le 11 avril 2013.  
[http://www.ismer.ca/IMG/pdf/Toupoint\\_2005\\_Venericulture\\_et\\_habitats\\_intertidaux\\_des\\_iles\\_Chausey\\_Cas\\_des\\_banquettes\\_a\\_Lanice\\_conchilega.pdf](http://www.ismer.ca/IMG/pdf/Toupoint_2005_Venericulture_et_habitats_intertidaux_des_iles_Chausey_Cas_des_banquettes_a_Lanice_conchilega.pdf).
- Trueman, E.R. 1968. *The burrowing activities of bivalves*. Symp. Zool. Soc. London, 22 : 167-186.
- Vassiliev, T., S.R. Fegley, et W.R. Congleton jr. 2010. *Regional differences in initial settlement and juvenile recruitment of Mya arenaria L. (soft-shell clam) in Maine*. J. Shellfish Res., 29: 337-346.
- Wallace, D.E. 1997. *The molluscan fisheries of Maine. In The history, present condition, and future of the molluscan fisheries of north and central America and Europe*. Volume 1, Atlantic and Gulf Coasts. U.S. Department of Commerce. P. 63-86.
- Werstink, G., Chevarie, L. et M.A. Leblanc. 2010. *Estimation des coûts de production pour deux scénarios d'élevage de myes aux Iles-de-la-Madeleine*. Rapport de recherche-développement No 180. Les publications de la Direction de l'innovation et des technologies, 17 p.
- Weston, S.W. et J.K. Buttner. 2010. *Softshell clam culture: Nursery and growout phases through harvest*. NRAC Publications, 8 p.
- Weston, S.W., J.K. Buttner, et B.F. Beal. 2010. *Softshell Clam Culture: Basic Biology and General Culture Considerations*. Northeastern Massachusetts Aquaculture Center and Department of Biology, Salem State University, Salem, MA., NRAC Publications N° 201-2010. 6 p.
- Whitlow, L. W. 2010. *Changes in survivorship, behavior, and morphology in native soft-shell clams induced by invasive green crab predators*. Mar. Ecol., 31: 418-430.
- Wikipédia. 2012. [http://fr.wikipedia.org/wiki/Mya\\_arenaria](http://fr.wikipedia.org/wiki/Mya_arenaria). Site consulté le 10 avril 2014.
- Williams, A.B. 1984. *Shrimps, lobster and crabs of the Atlantic coast of the eastern United-State, Maine to Florida*. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C. 550 p.
- Woodbury Shellfish ([http://woodburyfieldclamsorter.blogspot.ca/2013\\_01\\_01\\_archive.html](http://woodburyfieldclamsorter.blogspot.ca/2013_01_01_archive.html)).

Zaklan, S.D. et R. Ydenberg. 1997. *The body size-burial depth relationship in the infaunal clam Mya arenaria*. J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 215: 1-17.

Zwarts, L. et J. Wanink. 1989. *Siphon size and burying depth in deposit- and suspension-feeding benthic bivalves*. Mar. Biol., 100: 227-240.