

## Amélioration de l'approvisionnement en naissain de moules au bassin du Havre Aubert

**Rapport final**

**Novembre 2012**

**Carole Cyr • François Bourque**

## **Rédaction**

Carole Cyr, chargée de projet

### **Merinov**

Centre des Îles-de-la-Madeleine  
107-125, chemin du Parc  
Cap-aux-Meules (Québec) G4T 1B3  
Tél. : 418 986-4795 poste 3235  
carole.cyr@merinov.ca

François Bourque, chargé de projet

### **Merinov**

Centre des Îles-de-la-Madeleine  
107-125, chemin du Parc  
Cap-aux-Meules (Québec) G4T 1B3  
Tél. : 418 986-4795 poste 3223  
francois.bourque@merinov.ca

## **Révision scientifique**

Bruno Myrand, chargé de projet

### **Merinov**

Centre des Îles-de-la-Madeleine  
Tél. : 418 986-4795 poste 3224  
bruno.myrand@merinov.ca

## **Révision linguistique**

Rita Jomphe

### **Merinov**

Centre des Îles-de-la-Madeleine  
Tél. : 418 986-4795 poste 3221  
rita.jomphe@merinov.ca

## **Mise en page**

Julie Rousseau

### **Merinov**

Siège social  
Tél : 418 368-6371, poste 1673  
julie.rousseau@merinov.ca

**Novembre 2012**

# Les publications



Amélioration de l'approvisionnement  
en naissain de moules au bassin  
du Havre Aubert

Rapport de recherche-  
développement n° 12-11

Rapport final  
Novembre 2012

Présenté à

Société de développement de l'industrie  
maricole

Carole Cyr  
François Bourque



## Table des matières

|  |   |
|--|---|
| 1. Mise en contexte .....  | 1 |
| 2. Matériel et méthodes .....  | 1 |
| 2.1 Site d'étude.....  | 2 |
| 2.2 Ensemencements pilotes de 2009 .....   | 2 |
| 2.3 Maintien de moules en suspension et évaluation de l'apport reproducteur..... | 3 |
| 2.4 Ensemencements massifs de 2010.....  | 4 |
| 3. Résultats.....  | 4 |
| 3.1 Ensemencements pilotes de 2009.....  | 4 |
| 3.2 Maintien des moules en suspension.....                                       | 5 |
| 3.3 Ensemencements massifs des moules maintenues en suspension.....              | 6 |
| 4. Discussion et recommandations.....  | 7 |
| 5. Remerciements .....   | 9 |
| 6. Références bibliographiques .....   | 9 |

## Liste des tableaux

|  |   |
|--|---|
| Tableau 1. Taille (moyenne $\pm$ écart-type) et survie (%) des moulesensemencées en 2009 lors du suivi du 11 mai 2010 .....  | 4 |
| Tableau 2. Évolution de l'indice gonado-somatique (moyenne $\pm$ écart-type) des moules maintenues en suspension depuis octobre 2009 .....   | 5 |
| Tableau 3. Rendement en chair (moyenne $\pm$ écart-type) et taille (moyenne $\pm$ écart-type) des moules sauvages et des moulesensemencées sur les sites du Goulet et du Gabillon le 29 septembre 2010. ....                               | 7 |
| Tableau 4. Taille (moyenne $\pm$ écart-type) et survie (%) des moulesensemencées sur les sites du Goulet et du Gabillon le 29 septembre 2010. Résultats lors des suivis à court terme (16 novembre 2010) et moyen terme (16 mai 2011)..... | 7 |

## Liste des figures

|  |   |
|--|---|
| Figure 1. Localisation des Îles-de-la-Madeleine, du bassin du Havre Aubert (BHA), des trois gisements naturels de moules (Gabillon, Goulet et Rivière) ainsi que la zone réservée au captage du naissain ..... | 2 |
| Figure 2. Moules de 2 <sup>e</sup> ans et de 1+ anensemencées sur chacun des cinq sites au bassin du Havre Aubert le 7 octobre 2009 .....  | 2 |
| Figure 3. Ensemencement au bassin du Havre Aubert le 7 octobre 2009. ....  | 2 |
| Figure 4. Cages d'exclusion installées au bassin du Havre Aubert le 7 octobre 2009.....  | 3 |
| Figure 5. État des boudins en juin 2010.....   | 3 |
| Figure 6. État des moulesensemencées en 2009 lors du suivi le 11 mai 2010. ....  | 5 |
| Figure 7. Fréquence de taille des moules maintenues en suspension depuis le 7 octobre 2009 et mesurées le 20 avril 2010. ....  | 5 |
| Figure 8. Fréquence de taille des moules maintenues en suspension depuis le 7 octobre 2009 et mesurées le 29 septembre 2010. ....  | 5 |
| Figure 9. Effort reproducteur (nombre moyen d'oeufs pondus/femelle $\pm$ écart-type) des moules maintenues en suspension au printemps 2010.....  | 6 |
| Figure 10. Fréquence de taille des moulesensemencées le 29 septembre 2010. Ces moules proviennent des boudins maintenus en suspension pendant un an. ....  | 6 |
| Figure 11. Fréquence de taille des moules retrouvées sur les surfacesensemencées lors des suivis du 16 novembre 2010 et du 16 mai 2011 sur les sites du Goulet et du Gabillon. ....                            | 8 |



# AMÉLIORATION DE L'APPROVISIONNEMENT EN NAISSAIN DE MOULES AU BASSIN DU HAVRE AUBERT

On doit citer ce document comme suit : CYR, C., F. Bourque. 2012. *Amélioration de l'approvisionnement en naissain de moules au bassin du Havre Aubert*. Merinov, Rapport de R-D n° 12-11. 9 pages

## Résumé

Il est très avantageux pour les mytiliculteurs madelinots de s'approvisionner en naissain de moules au bassin du Havre Aubert. La reproduction hâtive des géniteurs permet d'obtenir une abondance de jeunes moules de 15-35 mm dès l'automne. De plus, leurs caractéristiques génétiques (hétérozygotie élevée) leur assurent une croissance rapide et les rendent plus résistantes au stress. Elles sont donc moins sujettes à des mortalités massives. Depuis 2001, la population naturelle a connu un déclin substantiel caractérisé par une diminution de 90 % de sa biomasse. En conséquence, le captage de naissain n'est pas régulier et, certaines années, le bilan est désastreux. À l'automne 2009, un inventaire des gisements de moules a été effectué dans le bassin du Havre Aubert. À partir de cet inventaire, cinq sites ont été sélectionnés pour des ensemencements pilotes de grosses moules avec les mêmes caractéristiques génétiques que les moules sauvages du bassin. Cette même année, des moules captées au bassin ont été boudinées et laissées sur place pendant un an afin qu'elles puissent se reproduire l'été suivant. Après la ponte, elles ont été ensemencées directement sur les fonds. Près de 40 000 moules de 1<sup>+</sup> an ont ainsi été ajoutées sur les gisements naturels. Des évaluations à court et moyen terme ont démontré le succès de l'intervention. Cette pratique devrait être adoptée par les mytiliculteurs pour améliorer l'approvisionnement en naissain de moules dans le bassin du Havre Aubert.

## Abstract

It is highly advantageous for Magdalen Islands mussel producers to obtain their spat supply from the Havre Aubert basin. Early reproduction by broodstock makes it possible to obtain an abundance of young mussels measuring from 15 to 35 mm by fall. In addition, because of their genetic characteristics (high heterozygosity), they grow faster and are more resistant to stress. As a result, they are less subject to massive mortality. Since 2001, the natural population has substantially declined, losing 90% of its biomass. Consequently, spat collection is irregular and some years, the outcome is disastrous. A survey was done of the mussel beds in the Havre Aubert basin in fall 2009. Based on this survey, five sites were selected for a pilot project involving the seeding of large mussels having the same genetic characteristics as the mussels in the basin. The same year, the mussels collected in the basin were socked and left in place for one year so that they could reproduce the following year. After spawning, they were seeded directly on the seabed. Nearly 40,000 mussels aged 1<sup>+</sup> were thus added to the natural beds. Evaluations done in the short and medium terms have shown the intervention to be a success. This practice should be adopted by mussel producers to improve the mussel spat supply in the Havre Aubert basin.





## 1. MISE EN CONTEXTE

Le bassin du Havre Aubert est le principal site de captage pour les mytiliculteurs des Îles-de-la-Madeleine depuis une quinzaine d'années. Jusqu'en 2008, deux entreprises mytilicoles s'approvisionnaient en naissain principalement à partir de ce site. Depuis 2012, une nouvelle entreprise compte elle aussi sur ce naissain pour sécuriser son approvisionnement en juvéniles.

Ce naissain est de qualité supérieure à tout autre que l'on retrouve aux Îles-de-la-Madeleine. Il est plus résistant à la mortalité estivale et sa taille est généralement supérieure à l'automne (Myrand et Gaudreault, 1995; Tremblay *et al.*, 1998; Myrand *et al.*, 1999; Myrand *et al.*, 2002). Toutefois, au cours des huit dernières années, il y a eu trois très mauvaises années de captage. Non sans raison, les mytiliculteurs se sont inquiétés car sans approvisionnement abondant et fiable en jeunes moules, leur production est hypothéquée.

La diminution drastique des populations de géniteurs de moules sauvages qui assurent l'apport larvaire est une des hypothèses avancées pour expliquer les récents insuccès du captage de naissain au bassin. Lors d'inventaires réalisés en 1997, 1999 et 2001, les populations étaient abondantes. Toutefois, un récent inventaire réalisé en 2007 a démontré des signes inquiétants quant à la pérennité de ces gisements (Bourque et Myrand, 2009).

Lors de ce dernier inventaire, les trois gisements du bassin, le Goulet, le Gabillon et la Rivière, étaient toujours présents. Cependant, le gisement du Gabillon avait subi une chute importante de densité et n'était alors plus composé que de vieux individus ( $> 50$  mm). À l'inverse, la population du Goulet était en augmentation, mais composée presque uniquement de jeunes recrues ( $< 20$  mm) concentrées sur une aire très limitée du gisement. Le gisement de la Rivière était, quant à lui, stable au niveau du nombre d'individus (Déraspe, 2012). La biomasse des gisements avait toutefois diminué de façon très importante. En comparant à travers le temps les biomasses en terme de masse sèche des moules, on constatait une diminution sur les gisements du Gabillon, du Goulet et de la Rivière de 95 %, 93 % et 43 %, respectivement, entre 2001 et 2007. Globalement, pour le bassin du Havre Aubert, la diminution était de l'ordre de 90 % (F. Bourque, données non publiées). Il convenait alors de réévaluer l'état de santé des gisements de moules de ce plan d'eau.

À l'automne 2009, un autre inventaire des trois gisements de moules a été effectué dans le cadre du projet « Facteurs responsables du succès de l'approvisionnement en naissain de moules de qualité dans le bassin du Havre Aubert ». Le gisement de la Rivière a perdu plus de la moitié de ses moules entre 1997 et 2009. Le nombre de moules a chuté de plus de 99 % sur le gisement du Goulet depuis 2007 et de 98 % depuis 2001 sur celui du Gabillon. En 2001, pour tous gisements confondus, la biomasse totale de moules au BHA était estimée à  $9,7 \pm 7,9$  tonnes. En 2007, la biomasse avait chuté drastiquement à  $1,0 \pm 0,6$  tonne de moules et en 2009, la situation ne s'est guère améliorée avec une biomasse totale de moules de  $0,7 \pm 0,6$  tonne (données non publiées).

Des essais d'ensemencement, visant à initier de nouveaux gisements, ont eu lieu au début des années 2000, mais sans succès. La Station technologique maricole des Îles, aujourd'hui devenue le Centre d'innovation de l'aquaculture

et des pêches du Québec de Merinov, avait alors procédé à l'ensemencement de naissain (taille entre 15 et 30 mm) à l'automne 2000. Un premier ensemencement d'au-delà d'un demi-million de jeunes moules avait été réalisé sur une superficie de 150 m<sup>2</sup> tandis qu'un second site de 54 m<sup>2</sup> avait accueilli au-delà de 200 000 individus. Le printemps suivant, les nouveaux gisements avaient été complètement décimés par ce qui a semblé être de la prédation par les étoiles de mer (F. Bourque, obs. pers.).

Les activités proposées en 2009 résultent des leçons tirées de l'essai infructueux de 2000. Ainsi il est proposé d'ensemencer des moules de plus grande taille ( $> 40$ mm). Nous postulons que l'atteinte d'une taille refuge par les moules ensemencées augmentera de façon significative les possibilités d'implantation de nouveaux individus sur les gisements naturels. Les moules de plus grande taille fournissent aussi un effort reproducteur plus important (Thompson, 1984), ce qui est intéressant pour l'objectif du projet. De plus, en maintenant des moules en suspension, loin des prédateurs, lors de leur première saison de reproduction, nous assurerons un apport reproducteur supplémentaire au bassin du Havre Aubert.

## 2. MATÉRIEL ET MÉTHODES

### 2.1 Site d'étude

Les travaux d'amélioration de l'approvisionnement en naissain de moules et de consolidation des gisements naturels ont été réalisés dans le bassin du Havre Aubert (Figure 1) de juin 2009 à mai 2011. Le bassin a une superficie approximative de 3 km<sup>2</sup> et la profondeur maximale est d'environ 3,5 m (Bourque *et al.*, 2004, Bourque et Myrand, 2007). Une partie du bassin est réservée aux entreprises mytilicoles pour le captage du naissain de moules. Les entreprises Moules de culture des Îles (MCI) et Grande-Entrée Aquaculture (GEA) y installent chaque année plusieurs milliers de collecteurs de moules. De là l'importance de sécuriser l'approvisionnement en naissain de moules provenant de ce plan d'eau.

### 2.2 Ensemencements pilotes de 2009

C'est à partir de l'inventaire de l'automne 2009 que cinq sites potentiels pour les ensemencements pilotes ont été déterminés (Figure 1). Les sites ont été sélectionnés selon les critères suivants : zones ayant déjà été colonisées par les moules et où la présence était très faible en 2009; profondeur de 1 m à 1,5 m pour limiter la cueillette artisanale; et présence de zostères permettant l'attachement des grappes ensemencées.

Les cinq sites de 30 m<sup>2</sup> chacun ont été marqués et positionnés à l'aide d'un GPS. De gros individus de 2<sup>+</sup> ans ( $\sim 70$  mm) maintenus en élevage dans la lagune du Havre aux Maisons ont été ensemencés le 7 octobre 2009 sur les cinq sites sélectionnés. Ces moules provenaient du boudinage de l'automne 2007 réalisé avec du naissain du bassin du Havre Aubert. Il s'agissait donc du même stock génétique. Puisque la mortalité naturelle peut affecter davantage les moules 2<sup>+</sup> ans qui investissent beaucoup d'énergie dans leur reproduction (Myrand *et al.*, 2000), une certaine quantité de moules 1<sup>+</sup> an, qui sont moins susceptibles à la mortalité naturelle, mais davantage à la prédation en raison de leur taille (Myrand *et al.*, 2000), ont également été ensemencées parmi les plus

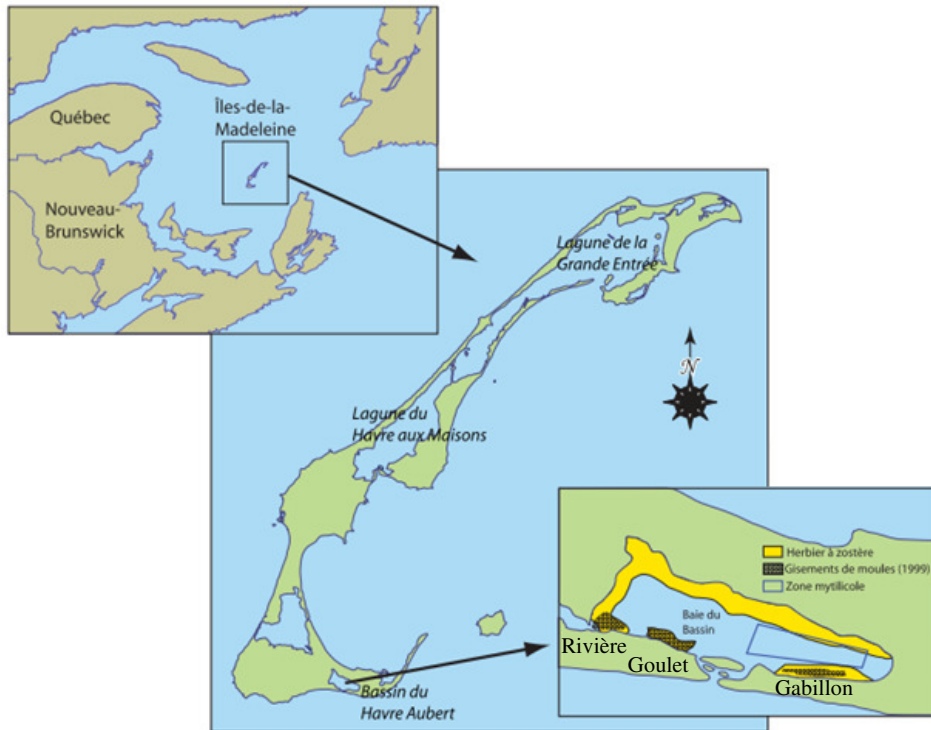


Figure 1: Localisation des Îles-de-la-Madeleine, du bassin du Havre Aubert (BHA), des trois gisements naturels de moules (Gabillon, Goulet et Rivière) ainsi que la zone réservée au captage du naissain.

grosses. Ceci devait permettre de statuer sur les causes de mortalité, le cas échéant. Alors, 23 kg de moules de 1<sup>+</sup> an et 45 kg de moules de 2<sup>+</sup> ans ont étéensemencées sur chacun des 5 sites d'une superficie de 30 m<sup>2</sup> (Figure 2).

Il y avait environ 29 moules de 2<sup>+</sup> ans/kg et 50 moules de 1<sup>+</sup> an/kg. La quantité de moulesensemencées par site fut donc approximativement de 1 300 moules de 2<sup>+</sup> ans et 1 150 moules de 1<sup>+</sup> an. Au total pour les cinq sites, environ 6 500 moules de 2<sup>+</sup> ans et 5 750 moules de 1<sup>+</sup> an ont étéensemencées le 7 octobre 2009 à une densité moyenne de 80 moules/m<sup>2</sup> (Figures 2 et 3).



Figure 2 : Moules de 2<sup>+</sup> ans et de 1<sup>+</sup> anensemencées sur chacun des cinq sites au bassin du Havre Aubert le 7 octobre 2009.



Figure 3 : Ensemencement au bassin du Havre Aubert le 7 octobre 2009.



Les positions des extrémités d'un transect central à chaque site sont :

| Site 1     |            | Site 2     |            |
|------------|------------|------------|------------|
| Début      | Fin        | Début      | Fin        |
| 47° 13.297 | 47° 13.302 | 47° 13.342 | 47° 13.346 |
| 61° 51.998 | 61° 52.010 | 61° 52.442 | 61° 52.451 |
| Site 3     |            | Site 4     |            |
| Début      | Fin        | Début      | Fin        |
| 47° 13.567 | 47° 13.573 | 47° 13.637 | 47° 13.637 |
| 61° 53.394 | 61° 53.401 | 61° 53.543 | 61° 53.555 |
| Site 5     |            |            |            |
| Début      | Fin        |            |            |
| 47° 13.772 | 47° 13.785 |            |            |
| 61° 54.062 | 61° 54.062 |            |            |

Quelques cages d'exclusion ont été installées dans le cadre du projet « Facteurs responsables du succès de l'approvisionnement en naissain de moules de qualité dans le bassin du Havre Aubert » afin de protéger une certaine quantité d'individus contre une éventuelle prédation par les crabes (Figure 4). Les cages ont été récupérées en novembre avant l'arrivée des glaces.

Des suivis et échantillonnages réalisés à court terme (16 octobre 2009) et à moyen terme (11 mai 2010) ont permis de statuer sur le succès de l'ensemencement. Le pourcentage de survie a été estimé comme suit : nombre de moules vivantes/(nombre de moules vivantes + claquettes et coquilles broyées dénombrables).



Figure 4 : Cages d'exclusion installées au bassin du Havre Aubert le 7 octobre 2009.

### 2.3 Maintien de moules en suspension et évaluation de l'apport reproducteur

Cinquante collecteurs ont été déployés le 3 juin 2009 au bassin du Havre Aubert afin de pouvoir compter sur un approvisionnement en naissain à l'automne 2009. Ces collecteurs ont été suivis et traités par saumurage contre les prédateurs.

Le 22 octobre de la même année, le naissain a été dégrappé des collecteurs et trié en fonction de leur taille. Par la suite, 100 boudins d'un mètre de longueur ont été préparés dans les installations terrestres de Moules de Culture des Îles à Havre-aux-Maisons. Ces boudins ont été ensuite installés sur une filière au bassin du Havre Aubert. La ligne principale de cette filière a été ajustée à 1,3 m du fond afin d'éviter les glaces et de maintenir les moules éloignées du fond, à l'abri des prédateurs. Ces boudins y ont été maintenus en suspension jusqu'en octobre 2010 (Figure 5) afin : i) de permettre une bonne croissance des moules avant leur ensemencement, ii) d'éviter de les stresser en période de ponte, iii) d'accroître l'apport larvaire dans le bassin lors de la ponte à l'été 2010, et iv) de permettre aux moules de récupérer du stress reproducteur (augmentation de l'indice de condition) avant leur ensemencement.

En parallèle au boudinage de l'automne 2009, des moules provenant de la même cohorte ont été placées dans cinq cages en Vexar (60 individus/cage) afin de faciliter l'échantillonnage pendant le printemps et l'été 2010. À partir du 20 avril 2010 et jusqu'au 17 juin, la maturité des gonades des moules a été évaluée sur une base hebdomadaire à partir de la caractérisation de leur indice gonadosomatique déterminé comme suit :

$$(\text{Poids sec du manteau}/\text{Poids sec des autres tissus}) \times 100$$

L'effort reproducteur des moules a aussi été évalué. Des moules de 30 à 50 mm ont été prélevées des boudins et gardées en chambre froide (4 °C) pendant 48 heures. La ponte a ensuite été provoquée par un choc thermique. Soixante moules ont été placées individuellement dans des pots de 500 ml contenant une eau salée à 20 °C. Des inductions de ponte ont eu lieu entre le 22 avril et le 19 mai. Les

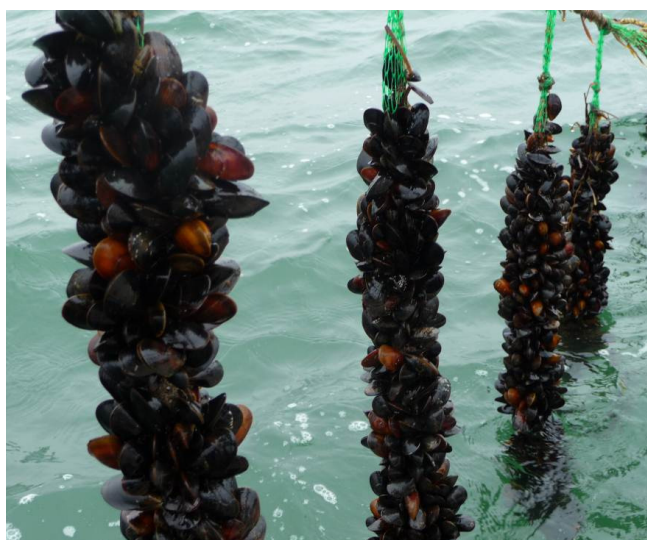


Figure 5 : État des boudins en juin 2010.

œufs des femelles ayant pondu ont été recueillis, dénombrés, filtrés, séchés pendant 48 heures à 65 °C et ensuite pesés. Un échantillon des œufs a été prélevé et dénombré ce qui a permis d'établir leur masse moyenne en mg/million d'œufs. Une simple règle de trois permettait ensuite d'évaluer le nombre total d'œufs pondus à partir de leur masse sèche.

## 2.4 Ensemencements massifs de 2010

Le 29 septembre 2010, quelques mois après la ponte estivale, les moules en boudins de 1<sup>+</sup> an ont étéensemencées sur les gisements du Goulet et du Gabillon. Ces sites ont été choisis en fonction des observations sur les ensemencements pilotes réalisés en 2009, soit un taux de survie élevé (aucun signe de prédation par les crabes ou étoiles de mer), ainsi que l'espace disponible à proximité avec des conditions de profondeur et de substrat similaires. La quantité totale de moulesensemencées sur les deux sites a été d'environ 27 000 individus > 50 mm (300 moules/m de boudin x 90 m de boudin). La taille des surfacesensemencées a été de 300 m<sup>2</sup> (15 m x 20 m). La densité de moulesensemencées était donc de 45 moules/m<sup>2</sup>.

Les positions des quatre coins du siteensemencé au Gabillon sont:

| Sud-Est    | Nord-Est   |
|------------|------------|
| 47° 13.346 | 47° 13.354 |
| 61°52.443  | 61°52.438  |
| Nord-Ouest | Sud-Ouest  |
| 47° 13.355 | 47° 13.349 |
| 61°52.453  | 61° 52.458 |

Les positions des quatre coins du siteensemencé au Goulet sont:

| Sud-Est    | Nord-Est   |
|------------|------------|
| 47° 13.568 | 47° 13.573 |
| 61° 53.400 | 61° 53.396 |
| Nord-Ouest | Sud-Ouest  |
| 47° 13.578 | 47° 13.573 |
| 61° 53.411 | 61° 53.418 |

Des suivis ont été réalisés à court (16 novembre 2010) et à moyen terme (16 mai 2011) après les ensemencements afin d'évaluer leur succès. La survie, la croissance et le rendement en chair des moulesensemencées ont été évalués en prélevant quelques grappes de moules sur le fond de façon aléatoire afin d'obtenir un nombre de moules entre 50 et 100 individus par gisement. Le pourcentage de survie a été estimé comme suit sur le total des grappes: nombre de moules vivantes/(nombre de moules vivantes + claquettes et coquilles broyées dénombrables). La survie des moulesensemencées a contribué à l'évaluation de l'apport reproducteur supplémentaire résultant de l'ensemencement. L'apport reproducteur a été estimé comme suit : nombre moyen d'œufs émis par une femelle de 40 mm x nombre approximatif de femellesensemencées x % survie. Pour déterminer le rendement en chair, trente moules de 55-65 mm ont été

gardées au congélateur au moins une semaine avant l'analyse. Les moules ont ensuite été décortiquées, puis la chair a été séchée à l'étuve durant 72 heures à 65 °C. Le rendement en chair a été calculé comme suit :

$$\left( \frac{\text{Poids sec de chair}}{\text{Poids sec de chair} + \text{Poids de la coquille}} \right) \times 100$$

Avant de réaliser l'ensemencement massif, un rendement en chair a également été effectué sur un échantillon d'une trentaine de moules sauvages.

## 3. RÉSULTATS

### 3.1 Ensemencements pilotes de 2009

La taille moyenne des moules de 1<sup>+</sup> an et 2<sup>+</sup> ansensemencées le 7 octobre 2009 sur les cinq sites choisis était respectivement de 51,9 ± 4,3 (± écart-type) et de 63,6 ± 5,3 mm.

#### 3.1.1 Survie des moulesensemencées au suivi à court terme

Aucune mortalité apparente n'a été notée lors du suivi du 16 octobre 2009.

#### 3.1.2 Taille et survie des moulesensemencées au suivi à moyen terme

La survie n'a pu être évaluée que de façon approximative puisque les moules victimes de prédation par les crabes étaient probablement disparues des parcellesensemencées, leur coquille ayant été broyée par leur prédateur. Seules les claquettes (coquilles vides encore attachées ensemble) et les coquilles broyées dénombrables (gros morceaux de débris de coquille) ont été comptées pour quantifier l'importance de la mortalité. Alors, sept mois après l'ensemencement, la survie des moules sur les cinq sitesensemencés a été évaluée entre 89 % et 97 % (Tableau 1, Figure 6). Sur les sitesensemencés # 1, 2, 3 et 4, la mortalité a été observée sur les moules plus âgées comme le démontre la taille supérieure de ces individus lors du suivi du 11 mai 2010 (Tableau 1).

Tableau 1. Taille (moyenne ± écart-type) et survie (%) des moulesensemencées en 2009 lors du suivi du 11 mai 2010

| Site | Moules mortes taille (mm) | Moules vivantes taille (mm) | % survie |
|------|---------------------------|-----------------------------|----------|
| 1    | 70,6 ± 12,8               | 60,6 ± 7,2                  | 92,3     |
| 2    | 73,0 ± 10,0               | 60,1 ± 7,2                  | 88,9     |
| 3    | 63,4 ± 7,2                | 59,6 ± 7,3                  | 96,6     |
| 4    | 65,0*                     | 59,8 ± 10,5                 | 96,2     |
| 5    | 55,1 ± 5,8                | 66,8 ± 4,7                  | 90,7     |

\* Une seule moule morte retrouvée



Figure 6. État des moules ensemencées en 2009 lors du suivi le 11 mai 2010.

### 3.2 Maintien des moules en suspension

#### 3.2.1 Taille des moules maintenues en suspension

La fréquence de taille des moules maintenues en suspension lors du suivi le 20 avril 2010 et le 29 septembre 2010 est présentée aux figures 12 et 13. La taille moyenne des moules le 20 avril était de  $33,6 \pm 5,7$  mm (Figure 7). Le 29 septembre 2010, les moules avaient atteint une taille moyenne de  $55,2 \pm 5,4$  mm pour une croissance moyenne de 22,4 mm en cinq mois (Figure 8).

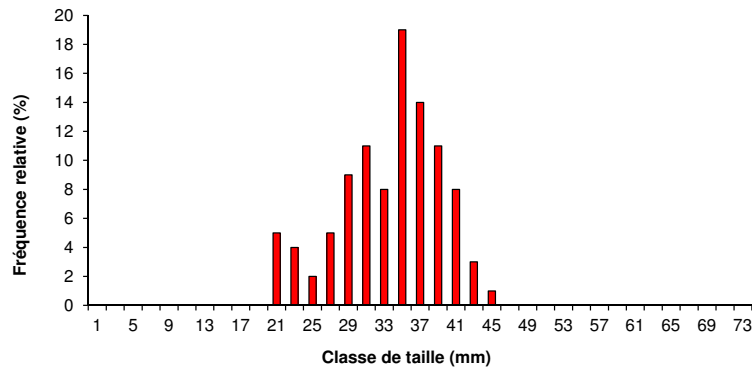


Figure 7. Fréquence de taille des moules maintenues en suspension depuis le 7 octobre 2009 et mesurées le 20 avril 2010.

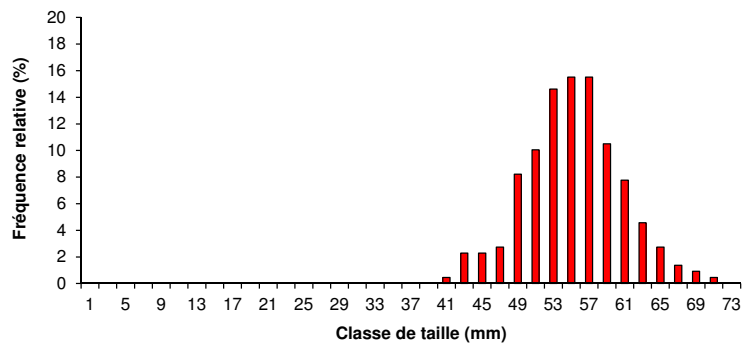


Figure 8. Fréquence de taille des moules maintenues en suspension depuis le 7 octobre 2009 et mesurées le 29 septembre 2010.

#### 3.2.2 Indice gonado-somatique des moules maintenues en suspension

L'indice gonado-somatique maximal des moules maintenues en cages de vexar a été évalué au suivi du 17 mai 2010 à 56,7 % (Tableau 2). C'est à partir de cette date que les premières larves ont été observées au bassin du Havre Aubert (F. Bourque, données non publiées). Le suivi du 17 juin a confirmé que les moules avaient pondu, l'indice ayant chuté à 33 % (Tableau 2).

Tableau 2. Évolution de l'indice gonado-somatique (moyenne  $\pm$  écart-type) des moules maintenues en suspension depuis octobre 2009

| Date du suivi en 2010 | IGS (%)         |
|-----------------------|-----------------|
| 20 avril              | 47,4 $\pm$ 12,2 |
| 27 avril              | 47,9 $\pm$ 14,2 |
| 5 mai                 | 55,0 $\pm$ 12,9 |
| 10 mai                | 53,2 $\pm$ 12,7 |
| 17 mai                | 56,7 $\pm$ 13,1 |
| 17 juin               | 32,6 $\pm$ 6,6  |

### 3.2.3 Effort reproducteur des moules maintenues en suspension

Malgré leur jeune âge, les moules de 1<sup>+</sup> an étaient déjà matures au printemps 2010. Bien que la ponte de certaines moules ait pu être provoquée dès la fin avril, ce n'est que le 19 mai que la plupart des moules ont répondu au stress par une ponte. À ce moment, les moules d'une taille moyenne de 42 mm ont relâché chacune plus de 4 millions d'œufs en moyenne (Figure 9). Le nombre d'œufs par femelle a été évalué à partir de la masse sèche des œufs récupérés et du poids sec moyen d'un million d'œufs qui était de  $44,2 \pm 4,5$  mg.

### 3.3 Ensemencements massifs des moules maintenues en suspension

Des petites moules provenant du recrutement de l'année 2010 se sont fixées parmi les moules maintenues en suspension. La figure 10 présente les deux modes de taille observés sur les boudins de moulesensemencées. La taille moyenne des moules de 1<sup>+</sup> an étant de  $55,2 \pm 5,4$  mm tandis que celle des jeunes recrues de l'année était de  $28,0 \pm 6,0$  mm (Figure 10). Ces moules ont étéensemencées sur les sites du Goulet et du Gabillon.

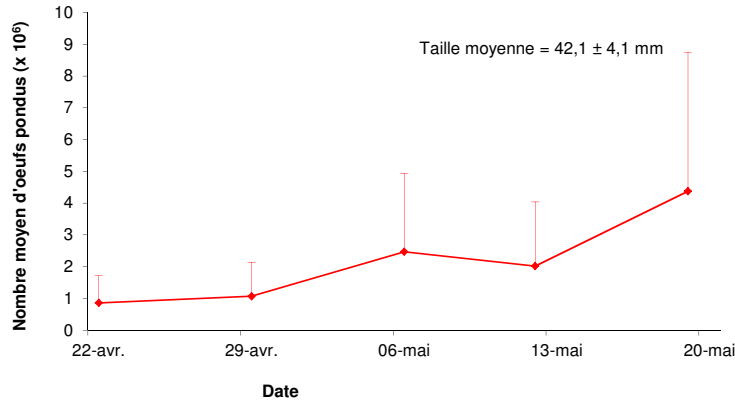


Figure 9. Effort reproducteur (nombre moyen d'œufs pondus/femelle  $\pm$  écart-type) des moules maintenues en suspension au printemps 2010.

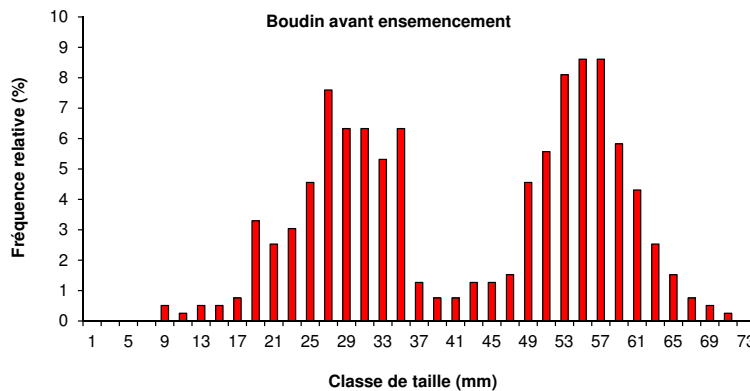


Figure 10. Fréquence de taille des moulesensemencées le 29 septembre 2010. Ces moules proviennent des boudins maintenus en suspension pendant un an.



### 3.3.1 Rendement en chair

Le 29 septembre 2010, avant l'ensemencement massif, les moules sauvages avaient un rendement en chair d'environ 12 %. Les moules maintenues en suspension pendant un an et ensemencées le 29 septembre 2010 avaient, quant à elles, un rendement en chair de 24 % soit un rendement deux fois plus élevé que les moules sauvages trouvées sur les gisements (Tableau 3). Cette différence s'explique par un taux de chair supérieur associé à un coquille plus légère pour les moules ayant passé un an en élevage en suspension. Pour une taille similaire (60 mm), le poids de chair sèche des moules maintenues en suspension était de  $1,8 \pm 0,3$  g alors qu'il était de  $1,2 \pm 0,3$  g pour les moules de gisement. Quant au poids de la coquille, il était de  $5,4 \pm 4,4$  pour les moules en suspension et  $8,8 \pm 0,8$  pour les moules de gisement.

Les échantillons de novembre 2010 et de mai 2011 ont été prélevés sur le fond dans les sites ensemencés. Les moules avaient toujours un rendement en chair > 20 % en mai 2011.

### 3.3.2 Survie et taille des moules ensemencées

Le taux de survie des moules, six semaines et huit mois après leur ensemencement, a varié entre 85 % et 93 % (Tableau 4). Le 16 novembre, les petites moules de l'année ont été écartées de l'échantillon, la taille des moules d'un an était de  $54,0 \pm 5,8$  mm au Gabillon et de  $56,2 \pm 4,8$  mm au Goulet. Le 16 mai 2011, l'échantillon comprenait des moules de deux ans et des moules d'un an, ce qui explique la taille moyenne plus faible (Tableau 4).

En ne considérant que les moules de la cohorte de taille supérieure (> 48 mm), la taille moyenne était de  $60,0 \pm 4,9$  mm au Gabillon et de  $58,4 \pm 4,8$  mm au Goulet le 16 mai 2011 soit une croissance de 2 à 6 mm entre novembre 2010 et mai 2011 (Figure 11). Le naissain de l'année qui a été ensemencé en même temps que les moules maintenues en suspension pendant un an était encore présent sur les sites du Gabillon et du Goulet en mai 2011 donc n'aurait subi que très peu de prédation pendant l'hiver.

**Tableau 3. Rendement en chair (moyenne  $\pm$  écart-type) et taille (moyenne  $\pm$  écart-type) des moules sauvages et des moules ensemencées sur les sites du Goulet et du Gabillon le 29 septembre 2010.**

| Date du suivi                      | Site     | Rendement en chair (%) | Taille moyenne (mm) |
|------------------------------------|----------|------------------------|---------------------|
| 29 sept 2010<br>Moules de gisement | Gabillon | $12,3 \pm 2,4$         | $62,1 \pm 4,0$      |
|                                    | Goulet   | $11,6 \pm 3,2$         | $64,1 \pm 3,1$      |
| 29 sept 2010<br>À l'ensemencement  | Boudins  | $24,5 \pm 5,7$         | $55,6 \pm 3,8$      |
| 16 nov 2010<br>Sur le fond         | Gabillon | $22,3 \pm 4,0$         | $56,4 \pm 5,2$      |
|                                    | Goulet   | $21,9 \pm 2,9$         | $56,2 \pm 3,9$      |
| 16 mai 2011<br>Sur le fond         | Gabillon | $20,9 \pm 3,3$         | $61,5 \pm 2,9$      |
|                                    | Goulet   | $20,4 \pm 2,7$         | $60,5 \pm 3,7$      |

**Tableau 4. Taille (moyenne  $\pm$  écart-type) et survie (%) des moules ensemencées sur les sites du Goulet et du Gabillon le 29 septembre 2010. Résultats lors des suivis à court terme (16 novembre 2010) et moyen terme (16 mai 2011).**

| Date du suivi | Site     | Moules mortes taille (mm) | Moules vivantes taille (mm) | % survie |
|---------------|----------|---------------------------|-----------------------------|----------|
| 16 nov 2010   | Gabillon | $51,7 \pm 3,3$            | $54,0 \pm 5,8$              | 92,5     |
|               | Goulet   | $49,1 \pm 5,1$            | $56,2 \pm 4,8$              | 85,1     |
| 16 mai 2011   | Gabillon | $37,3 \pm 3,5$            | $38,9 \pm 17,0$             | 93,0     |
|               | Goulet   | $45,2 \pm 13,8$           | $41,3 \pm 16,2$             | 92,2     |

## 4. DISCUSSION ET RECOMMANDATIONS

L'état des gisements naturels du Goulet, du Gabillon et de la Rivière s'est considérablement dégradé depuis 2001. La situation est critique. Les années récentes de mauvais captage inquiètent les mytiliculteurs car sans approvisionnement fiable en naissain, leur production est en danger. Il faut intervenir pour améliorer l'approvisionnement en naissain dans le bassin du Havre Aubert. Pour y parvenir, la consolidation des gisements naturels de moules par addition d'individus reproducteurs s'avère une avenue intéressante à explorer.

La stratégie employée pour améliorer l'approvisionnement en naissain au bassin du Havre Aubert n'est pas unique. Ailleurs dans le monde, des efforts sont entrepris pour restaurer de nombreuses populations de mollusques bivalves. Le but ultime des stratégies ou programmes de restauration ou de repeuplement est de créer des concentrations de géniteurs ou de juvéniles qui pourront améliorer la production larvaire (Dao *et al.*, 1985; Cliche et Giguère, 1998; Arnold, 2001; Orensanz *et al.*, 2006).

En maintenant des moules en suspension, loin des prédateurs benthiques (crabes et étoiles de mer) pendant leur première saison de reproduction, on assure un apport supplémentaire de larves dans le bassin du Havre Aubert. Il est toutefois difficile de quantifier l'apport réel des moules maintenues en suspension à la production de naissain. Cependant, vu le bon captage observé ces dernières années, le maintien des moules en suspension n'a sûrement pas nui à la production de naissain dans le bassin du Havre Aubert. Plusieurs auteurs (Young et Martin 1989; Young *et al.*, 1990; Summerston et Peterson, 1990) rapportent que le nombre de larves compétentes à la fixation est lié à la taille du stock de géniteurs mais la fixation réelle dépend des facteurs physiques et biologiques du milieu.

Avec les 12 275 moules ensemencées sur les cinq sites choisis en 2009 et les 27 000 moules ensemencées sur le Goulet et le Gabillon en 2010, il y a eu au moins  $7,3 \times 10^{10}$  œufs émis (nombre estimé à partir des moules de 1+ an qui ont pondus en laboratoire) dans le bassin du Havre Aubert en supposant que les moules ensemencées avaient un ratio mâle : femelle de 1 : 1 et que leur taux de survie était de l'ordre de 93 % ( $4 \times 10^6$  œufs/femelle  $\times$  ( $39\,275 / 2$ ) femelles  $\times$  93 %).

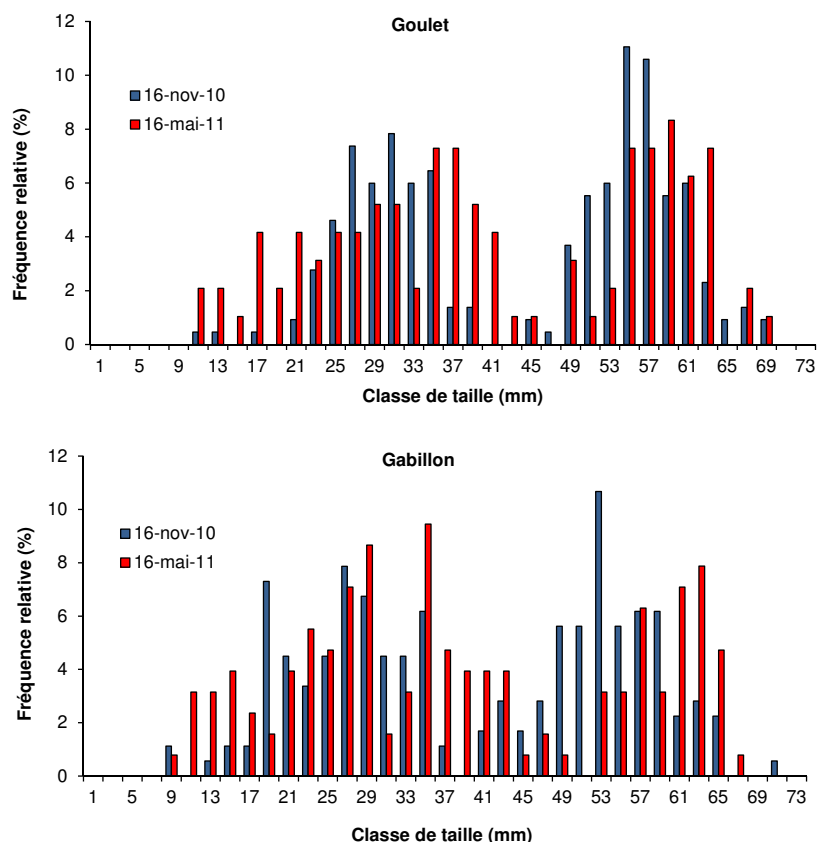


Figure 11. Fréquence de taille des moules retrouvées sur les surfaces ensemençées lors des suivis du 16 novembre 2010 et du 16 mai 2011 sur les sites du Goulet et du Gabillon.

En temps normal, les moules de 1<sup>+</sup> an qui ont été ensemençées après avoir passé un an en boudins n'auraient pas eu le temps de se reproduire dans le bassin du Havre Aubert. Habituellement, le naissain capté pendant l'été est récupéré des collecteurs à l'automne alors qu'il mesure 15-35 mm, puis il est mis en boudins et transféré dans la lagune du Havre aux Maisons ou de la Grande Entrée pour la poursuite du cycle de production. Ces jeunes moules n'ont donc pas le temps de se reproduire dans le bassin avant d'être transférées vers les grandes lagunes. Avec la présente approche, des jeunes moules sont boudinées à l'automne et ramenées au bassin pour y passer un an en élevage en suspension; période pendant laquelle elles ont l'occasion de se reproduire. À l'automne, elles ont atteint une taille refuge (> 45 mm) qui les protège des prédateurs tels l'étoile de mer, le crabe commun et depuis quelques années le crabe vert. On peut alors les ensemençer sur les gisements. Les excellents taux de survie obtenus suite aux ensemençements de 2009 et 2010 avec des moules de 1<sup>+</sup> an en sont la preuve.

Malgré que les ensemençements n'aient permis d'augmenter la population de moules que d'environ 2 %, l'effort reproducteur des individus en suspension (avant ensemençement) est plus important que celui des moules de gisements. Ces dernières investissent proportionnellement moins dans la reproduction que les moules élevées en suspension comme nos évaluations d'indice de condition l'ont démontré. Ainsi,

une femelle moyenne de 42 mm, maintenue en suspension pendant un an, a relâché > 4 x 10<sup>6</sup> d'œufs ce qui est supérieur à ce que Thompson (1979) avait obtenu avec des femelles sauvages de même taille (2 x 10<sup>6</sup> œufs). Le poids sec des œufs relâchés était de 44,2 mg/10<sup>6</sup> œufs ce que corroborent divers auteurs : 47,3 mg (Thompson, 1979); 36,2 ± 11,6 mg (Bayne *et al.*, 1983); 67,4 ± 6,1 mg (Sprung, 1984) pour des moules de 40-50 mm.

Les larves présentes dans le bassin suite à la ponte des moules maintenues en suspension peuvent se fixer sur les collecteurs commerciaux ou directement sur les gisements sauvages, contribuant ainsi à consolider le stock de géniteurs et donc le repeuplement.

L'intervention réalisée par Merinov est encore récente et il est difficile de mesurer son impact sur les gisements sauvages dans le bassin. Cependant, la survie élevée des moules ensemençées depuis 2009 permet de conclure à la faisabilité technique, et à faible coût, des différentes activités réalisées : ensemençement ponctuel de grosses moules, boudinage de moules collectées, maintien en suspension de ces moules dans le bassin pendant un an, ensemençement de ces moules à l'automne après la période de ponte quand elles ont atteint une taille refuge les mettant à l'abri des prédateurs.



A la lumière des résultats encourageants de survie obtenus depuis les ensemencements de moules de 1<sup>+</sup> an, il est fortement recommandé aux mytiliculteurs de continuer cette démarche de consolidation des gisements naturels de moules au bassin du Havre Aubert afin de sécuriser leur approvisionnement en naissain. La clé du succès d'une telle intervention repose sur i) la bonne volonté des mytiliculteurs à poursuivre les différentes activités, ii) une bonne communication entre eux et les autres intervenants, iii) des rencontres régulières pour discuter des activités à réaliser et iv) des suivis réguliers ou inventaires des gisements ensemencés. Il faudra éventuellement examiner la possibilité de protéger ces gisements pour éviter leur déclin.

## 5. REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier l'équipe technique de Merinov, le Centre d'innovation de l'aquaculture et des pêches du Québec aux Îles-de-la-Madeleine pour la qualité de leur travail sur le terrain et en laboratoire. Nous tenons à remercier également les entreprises *Moules de Culture des Îles inc.* et *Grande Entrée Aquaculture inc.* pour leur précieuse collaboration au projet. Nous remercions finalement la Société de développement de l'industrie maricole du Québec pour son appui financier qui a permis la réalisation du projet.

## 6. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Arnold, W. S. 2001. Bivalve enhancement and restoration strategies in Florida, U.S.A. G. Burnell (ed.), Coastal Shellfish – A sustainable resource. In : Hydrobiologia vol. 465 : 7-19.

Bayne, B.L., P.N. Salked and C.M. Worrall. 1983. Reproductive effort and value in different populations of the marine mussel, *Mytilus edulis* L. *Oecologia* (Berlin) 59 : 18-26.

Bourque, F., B. Myrand et M. Roussy. 2004. Sécurisation de l'approvisionnement en naissain pour la mytiliculture aux Îles-de-la-Madeleine : État et dynamique des gisements de moules (*Mytilus edulis*) du bassin de Havre-Aubert de 1997 à 2011. MAPAQ. DIT. Cahier d'information n°148. 38 pages.

Bourque, F. et Myrand, B. 2007. Essais de stratégies pour contrer l'effet négatif des algues sur la collecte de moules au bassin de Havre-Aubert. MAPAQ, DIT. Rapport de R-D n° 157. 13 pages.

Bourque, F. et Myrand, B. 2009. Facteurs responsables de l'approvisionnement en naissain de qualité dans le bassin du Havre. Rapport d'activités 2006-2008. Les publications de la Direction de l'innovation et des technologies. Page 39.

Cliche, G. et M. Giguère. 1998. Bilan du programme de recherche sur le pétoncle à des fins d'élevage et de repeuplement (REPERE) de 1990 à 1997. Rapp. Can. Ind. Sci. Halieut. Aquat. 247 :x + 74 p.

Dao, J.-C., D. Buestel, A. Gerard, C. Halary et J.- C. Cochard. 1985. Le programme de repeuplement de coquilles saint-jacques (*Pecten maximus* L.) en France : finalité, résultats et perspectives. Coll. Fr-Japon. Océanogr., marseille 16-21 sept. 85 : 67-82.

Myrand, B. et J. Gaudreault. 1995. Summer mortality of blue mussels (*Mytilus edulis* Linnaeus, 1758) in the Magdalen Islands (Southern Gulf of St Lawrence, Canada). *J. Shellfish Res.*, 14.2 : 395-404.

Myrand, B., Tremblay, R., Sévigny, J.-M., Guderley, H. et J.H. Himmelman. 1999. What did we learn about summer mortality of blue mussels in the Magdalen Islands? *Bull. Aquacult. Assoc. Canada*, 99-2: 9-13.

Myrand, B., Guderley, H. et J.H. Himmelman. 2000. Reproduction and summer mortality of blue mussels (*Mytilus edulis* L.) in the Magdalen Islands, southern Gulf of St. Lawrence. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 197 : 193-207.

Myrand, B., Tremblay, R. et J.-M. Sévigny. 2002. Selection against blue mussels (*Mytilus edulis* L.) homozygotes under various stressful conditions. *J. Hered.* 93 : 238-248.

Orensanz, J.M., A.M. Parma, T. Turk et J. Valero. 2006. Dynamics, assessment and management of exploited natural populations. Chapter 14 In : *Scallops : Biology, Ecology and Aquaculture*. S.E. Shumway and G.J. Parsons (Editors) ; 765-868.

Sprung, M. 1984. Physiological energetics of mussel larvae (*Mytilus edulis*). I. Shell growth and biomass. *Mar. Ecol. Prog. Ser. Vol.* 17 : 283-293.

Summerson, H.C. et C.H. Peterson. 1990. Recruitment failure of the bay scallop, *Argopecten irradians concentricus*, during the first red tide, *Ptychodiscus brevis*, outbreak recorded in North Carolina. *Estuaries* 13 : 322-331.

Thompson, R.J. 1979. Fecundity and reproductive effort in the blue mussel (*Mytilus edulis*), the sea urchin (*Strongylocentrotus droebachiensis*), and the snow crab (*Chionoecetes opilio*) from populations in Nova Scotia and Newfoundland. *J. Fish. Res. Board can.* 36 : 955-964.

Thompson, R. J. 1984. Production, reproductive effort, reproductive value and reproductive cost in a population of the blue mussel *Mytilus edulis* from a subarctic environment. *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 16: 249-257.

Tremblay, R., Myrand, B., Sévigny, J.-M. et H. Guderley. 1998. Bioenergetic and genetic parameters in relation to susceptibility of blue mussels, *Mytilus edulis* (L), to summer mortality. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 221: 27-58.

Young, P.C. et R.B. Martin. 1989. The scallops fisheries of Australia and their management. *Rev. Aquat. Sci.* 1 : 615-638.

Young, P.C., R.B. Martin, R.J. McLoughlin et G. West. 1990. Variability in spatfall and recruitment of commercial scallops (*Pecten fumatus*) in Bass Strait. In : Méc.L. Dredge, W.F. Zachrin et L.M. Joll (Eds). *Proceedings of the Australasian Scallop Workshop*. Tasmanian Government Printer, Hobart, Australia. Pp 80-91.

