



SODIM

Société de développement de l'industrie maricole inc.

*Essais d'élevage en suspension de l'huître
américaine en lagune versus en milieu ouvert
aux Îles-de-la-Madeleine*

Rapport final

Dossier n° 710.217

Rapport commandité par la SODIM

Mars 2012



merinov

CENTRE D'INNOVATION DE L'AQUACULTURE ET DES PÊCHES DU QUÉBEC

r é i n v e n t e r l a m e r

RAPPORT DE
RECHERCHE-DÉVELOPPEMENT
N°12-02

**Essais d'élevage en suspension de
l'huître américaine en lagune versus
en milieu ouvert aux Îles-de-la-Madeleine**

**Rapport final
Mars 2012**

Carole Cyr • Jean-François Laplante • Denise Hébert

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 235
carole.cyr@merinov.ca

Jean-François Laplante, 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 225
jean-francois.laplante@merinov.ca

Denyse Hébert

La moule du large inc.

011 chemin Turjo
L'Étang-du-Nord (Québec) G4T 3Y8
Tél. : 418 986-4777

Révision linguistique

Rita Jomphe

Merinov

Centre des Îles-de-la-Madeleine
107-125, chemin du Parc
Cap-aux-Meules (Québec) G4T 1B3
Tél. : 418 986-4795 poste 221
rita.jomphe@merinov.ca

Mise en page

Julie Rousseau

Merinov

Siège social
96, montée de Sandy Beach, bureau 2.05
Gaspé (Québec) G4X 2V6
Tél : 418 368-7673
julie.rousseau@merinov.ca

Mars 2012

Les publications



Essais d'élevage en suspension
de l'huître américaine en lagune
versus en milieu ouvert aux
Îles-de-la-Madeleine

Rapport de recherche-
développement n° 12-02

Rapport final
Mars 2012

Présenté à

Société de développement de
l'industrie maricole
et au
Ministère de l'Agriculture, des
Pêcheries et de l'Alimentation

Carole Cyr
Jean-François Laplante
Denyse Hébert

Table des matières

1. Exposé de la situation	1
2. Matériel et méthodes	2
2.1 Sites d'étude.....	2
2.2 Techniques d'élevage en suspension.....	2
2.3 Données environnementales.....	4
2.4 Suivi de l'indice de condition et du remplissage des gonades.....	4
2.5 Suivi de l'indice de qualité de la coquille de l'huître.....	4
2.6 Affinage.....	5
2.7 Analyses technico-économiques.....	5
2.8 Analyses statistiques.....	6
3. Résultats.....	6
3.1 Données environnementales.....	6
3.2 Suivi de l'indice de condition et du remplissage des gonades.....	6
3.3 Suivi de l'indice de qualité de la coquille de l'huître.....	8
3.4 Comparaison de trois techniques d'élevage en suspension.....	8
3.5 Affinage en profondeur.....	10
3.6 Analyses technico-économiques.....	10
4. Discussion	12
4.1 Indice de condition, ponte et indice de qualité.....	12
4.2 Croissance.....	12
4.3 Mortalité et décrochage.....	13
4.4 Organismes indésirables.....	13
4.5 Analyses économiques.....	13
5. Recommandations.....	13
6. Remerciements	14
7. Références	14
Annexe 1. Collage des triplets d'huîtres de 30-40 mm sur une corde.....	15

Liste des tableaux

Tableau 1. ANOVA à deux facteurs fixes évaluant l'effet de la technique d'élevage (huîtres collées sur cordes verticales et la lanterne japonaise) et du site (HAM, MCI, BP, MDL) sur la taille des huîtres. Les structures d'élevage sont suspendues à 1 m à HAM, à 4 m à MCI, à 7 m à BP et à 14 m de la surface à MDL. L'échantillonnage a été fait le 15 octobre 2010.	8
Tableau 2. ANOVA à un facteur fixe testant l'effet de la technique (huîtres collées sur cordes suspendues à la verticale (V), huîtres collées sur cordes suspendues à l'horizontale (H) et lanternes japonaises (L)) sur la taille des huîtres. Les cordes horizontales sont suspendues à 1 m et 2,5 m de la surface. Les cordes verticales et les lanternes japonaises sont suspendues à 1 m à HAM.. L'échantillonnage a été fait le 15 octobre 2010.	9
Tableau 3. ANOVA à un facteur fixe évaluant l'effet de la profondeur sur la taille des huîtres collées et les huîtres mises en lanternes japonaises pour le site d'élevage du HAM. Les cordes d'huîtres collées sont suspendues à l'horizontale (Corde H) à 1 m et 2,5 m de la surface. Les cordes d'huîtres collées à la verticale (Corde V) et les lanternes japonaises sont suspendues à 1 m à HAM, à 4 m à MCI, à 7 m à BP et à 14 m de la surface à MDL.....	9
Tableau 4. Frais variables de production pour les huîtres collées suspendues à la verticale et à l'horizontale.....	11
Tableau 5. Frais variables de production pour les huîtres mises en lanternes japonaises	11
Tableau 6. Coût de revient selon la méthode et le site d'élevage en excluant les huîtres égrappées pour la méthode des huîtres collées suspendues à la verticale et à l'horizontale.....	12

Liste des figures

Figure 1. Localisation des sites d'étude (A) dans la BP (site expérimental de Merinov et de MDL) (B) et dans la lagune du HAM (site expérimental de Merinov et MCI).....	2
Figure 2. Huîtres collées sur cordes, attachées à un cadre métallique et suspendues à l'horizontale sur une filière, dans la lagune du HAM en 2010.....	3
Figure 3. Huîtres collées sur cordes suspendues à la verticale sur une filière expérimentale dans la lagune du HAM et dans la BP en 2010.....	3
Figure 4. Huîtres placées en lanternes japonaises sur une filière expérimentale dans la lagune du HAM et dans la BP en 2010.....	3
Figure 5. VOLET A - Schéma expérimental d'élevage en suspension d'huîtres collées sur cordes et en lanternes japonaises.....	4
Figure 6. VOLET B - Schéma expérimental d'élevage en suspension d'huîtres collées sur cordes et en lanternes japonaises pour l'affinage des huîtres chez deux producteurs.....	5
Figure 7. Température journalière dans la lagune du HAM à 1 m et à 2,5 m de la surface de mai à novembre 2010.....	6
Figure 8. Température journalière sur le site de la BP à 5 m, à 10 m et à 15 m de la surface en 2010.....	6
Figure 9. Matières organiques dissoutes (mg/l \pm e.s.) dans la BP à 5 m et 10 m de la surface et dans la lagune du HAM à 2 m et à 4 m de la surface en 2010 (n=3).....	7
Figure 10. Indice de condition (g/cm ³ \pm e.s.) des huîtres P juin et octobre 2010 (n=20). Les profondeurs respectives des échantillons sont : 14 m (BP Bas), 7 m (BP Haut) et 1 m (HAM).....	7
Figure 11. Indice de condition (g/cm ³ \pm e.s.) des huîtres G entre juin et octobre 2010 (n=20). Les profondeurs respectives des échantillons sont : 14 m (BP Bas), 7 m (BP Haut) et 1 m (HAM).....	7
Figure 12. Taux de remplissage des gonades (% \pm e.s.) des huîtres P entre juin et octobre 2010 (n=20). Les profondeurs respectives des échantillons sont : 14 m (BP Bas), 7 m (BP Haut) et 1 m (HAM).....	7
Figure 13. Taux de remplissage des gonades (% \pm e.s.) des huîtres G entre juin et octobre 2010 (n=20). Les profondeurs respectives des échantillons sont : 14 m (BP Bas), 7 m (BP Haut) et 1 m (HAM).....	7
Figure 14. Taille atteinte en octobre 2010 (mm \pm e.s.) pour les huîtres transférées de Caraquet en juin 2010 et mises en élevage dans quatre sites aux Îles-de-la-Madeleine (BP = baie de Plaisance site expérimental, MDL = La moule du large, HAM = lagune du Havre aux Maisons, MCI = Moules de culture des Îles). Deux techniques d'élevage sont comparées : Corde Verticale (Corde V, et la lanterne japonaise. Les lettres différentes indiquent les moyennes qui sont significativement différentes. Ces différences sont basées sur le test post hoc de Tukey. .	8
Figure 15. Taux de mortalité totale et taux de décrochage total des huîtres en lanternes japonaises et des huîtres collées suspendues à la verticale et à l'horizontale. Les huîtres en provenance de Caraquet, N-B, ont été mises en élevage dans quatre sites aux Îles-de-la-Madeleine (BP=Baie de Plaisance site expérimental, MDL= La moule du large, HAM= lagune du Havre aux Maisons, MCI= Moules de culture des Îles) en juin 2010.....	9
Figure 16. Organismes fixés sur les huîtres et les structures d'élevage (A : les moules à HAM et B : les hydrozoaires et les moules à BP).....	10

Essais d'élevage en suspension de l'huître américaine en lagune versus en milieu ouvert aux Îles-de-la-Madeleine

On doit citer ce document comme suit : CYR, Carole, Jean-François LAPLANTE, Denyse HÉBERT. *Essais d'élevage en suspension de l'huître américaine en lagune versus en milieu ouvert aux Îles-de-la-Madeleine*. Merinov, Rapport de R-D n° 12-02. 15 pages

Résumé

L'huître américaine (*Crassostrea virginica*) est une espèce aquacole commercialement viable dans les maritimes, ce qui n'a pas encore été démontré aux Îles-de-la-Madeleine. Vu l'intérêt des mytiliculteurs madelinots à diversifier leur production et les résultats prometteurs observés au Nouveau-Brunswick, l'élevage en suspension de l'huître collée sur corde et l'élevage en lanternes japonaises ont été testés en 2010 aux Îles-de-la-Madeleine. La présente étude vise à évaluer le potentiel bio-technico-économique du développement de l'ostréiculture en lagune versus celui en milieu ouvert aux Îles-de-la-Madeleine. Les huîtres en provenance de la ferme l'Étang Ruisseau Bar au Nouveau-Brunswick ont été immergées en juin 2010. Les huîtres de taille initiale de $30,33 \pm 4,07$ mm ont eu une croissance moyenne de $20,5 \pm 0,2$ mm en lagune et de $8,4 \pm 0,1$ mm en milieu ouvert entre juin et octobre 2010. La survie a été de 99 % en lagune, autant pour les huîtres collées que pour les huîtres mises en lanternes. La mortalité en lanternes japonaises a été élevée (30 % à 60 %) en milieu ouvert. Cette mortalité est principalement attribuée à l'augmentation importante du poids des lanternes, due aux organismes fixés, ce qui a entraîné les structures d'élevage sur le fond marin. Au cours des prochaines années, il faudra porter une attention particulière au nettoyage des structures d'élevage et vérifier régulièrement la flottabilité des lignes porteuses.

Mots clés : *Crassostrea virginica*; huître américaine; huître collée; lanterne; affinage

Abstract

The Atlantic Oyster (*Crassostrea virginica*) is commercially viable for aquaculture in the Maritimes, which has not yet been shown for the Magdalen Islands. Given the interest of Magdalen Islands mussel farmers in diversifying their production and the promising results observed in New Brunswick, the suspension rearing of oysters glued to longlines and the rearing of oysters held in Japanese lantern trays were tested on the Magdalen Islands in 2010. The purpose of this study was to compare the biological, technical and economic feasibility of developing oyster farming in lagoons and open water on the Magdalen Islands. The oysters, from the Étang Ruisseau Bar farm in New Brunswick, were immersed in June 2010. From an initial size of 30.33 ± 4.07 mm, the oysters produced growth rates of 20.5 ± 0.2 mm in the lagoon and 8.4 ± 0.1 mm in open water from June to October 2010. The survival rate in the lagoon was 99 percent, both for glued oysters and lantern-reared oysters. In open water, there was high mortality (30% to 60%) in the oysters reared in Japanese lantern trays. This mortality is primarily attributed to the fact that the lanterns became much heavier and were dragged to the seabed as other organisms settled on the trays. In the coming years, particular attention will have to be paid to cleaning the rearing structures and regularly checking the floatability of the bearing lines.

Keywords: *Crassostrea virginica*; Atlantic oyster, glued oyster, lantern trays, refining

1. Exposé de la situation

L'huître américaine (*Crassostrea virginica*) est un mollusque bivalve que l'on retrouve dans les baies et estuaires à eaux chaudes des provinces maritimes du Canada. Les eaux canadiennes constituent son habitat le plus septentrional. Les adultes peuvent tolérer de grandes variations de température (-2 à 32 °C), de salinité (5 à 30 ‰) et de matières en suspension (Shumway, 1996). Le taux de croissance de l'huître américaine dépend de la température, de la salinité et de l'apport en nourriture. En présence de conditions environnementales favorables, l'huître américaine s'alimente presque continuellement. À des températures au-delà de 36 °C, l'huître américaine cesse de s'alimenter (Loosanoff, 1958) et selon Henderson (1929), la température létale est de 48,5 °C. Le taux de croissance est très faible en dessous d'une salinité de 5 ‰ (Loosanoff, 1965). Une augmentation brusque de la température est le facteur le plus important dans le déclenchement du frai (Shumway, 1996). Dans la partie sud du golfe du Saint-Laurent, l'huître se reproduit de la fin juin au début juillet lorsque la température de l'eau se situe autour de 20 °C (MPO, 2010). Dans le bassin aux Huîtres, aux Îles-de-la-Madeleine, l'émission des gamètes a lieu lorsque la température de l'eau atteint 20 °C (Giguère et Poirier, 1980), au cours du mois de juillet. Dans la lagune du Havre aux Maisons, cette température est atteinte entre la mi-juillet et la fin août, variant selon les années. La lagune du Havre aux Maisons offre une température supérieure à 15 °C entre la fin du mois de juin et le début du mois de septembre (Cyr, 2010).

L'huître américaine est une espèce aquacole commercialement viable dans les provinces maritimes canadiennes, ce qui n'a pas encore été démontré aux Îles-de-la-Madeleine. En 1995, la station maricole du ministère des Pêcheries, de l'Agriculture et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ) a entrepris des travaux sur le potentiel du développement de l'ostréiculture dans les lagunes des Îles de la Madeleine. La majeure partie des 60 000 huîtres de 25 à 35 mm transférées du Nouveau-Brunswick avait étéensemencée sur le fond de la lagune du Havre-aux-Maisons alors que les autres avaient été mises en poches sur des tables ostréicoles. Entre juin et novembre 1995, la croissance sur le fond et dans les poches avait été respectivement de 12,4 mm et de 17,9 mm (Myrand, 1996) et très peu de mortalité avait été observée. À la fin des travaux, en novembre 1997, la taille des huîtres variait entre 54,2 ± 1,3 mm et 57,6 ± 1,2 mm (± e.s.) (Myrand et Gaudet, 1998) et l'indice de qualité variait entre 1,3 et 1,4. La croissance était similaire à celle obtenue par les travaux de recherche de l'équipe scientifique basée à Caraquet au Nouveau-Brunswick qui portaient sur des huîtresensemencées à l'automne 1991 et récupérées à l'automne 1993 (Myrand et Gaudet, 1996 et 1998). La qualité des huîtres est évaluée à partir de la forme de la coquille. L'indice de qualité est déterminé par le rapport entre la longueur et la largeur de la coquille. Les huîtres sont classées selon quatre catégories: (1) commerciale (indice > 2,0); (2) normale (indice entre 1,75 et 2,0); (3) de choix (indice entre 1,5 et 1,75) et (4) de luxe (indice < 1,5). Un rapport inférieur à 1,5 correspond aux huîtres de meilleure qualité.

Au Nouveau-Brunswick, depuis la fin des années 1990, les travaux sur les méthodes d'élevage en suspension ont suscité un grand intérêt chez les ostréiculteurs. En effet,

l'élevage en suspension permet d'atteindre la taille commerciale en moins de quatre ans, comparativement à sept ans lorsque les huîtres sontensemencées sur le fond. La poche flottante constitue la principale technique d'élevage en suspension employée au Nouveau-Brunswick. La méthode d'élevage en poches flottantes n'est pas recommandée pour les endroits exposés aux vents, à cause du brassage important à la surface de l'eau (Mallet et Doiron, 2009). Les huîtres se frottent les unes contre les autres et la frange de la coquille s'effrite. Cependant, il existe d'autres techniques d'élevage qui ont le potentiel de pallier cette problématique telles que les paniers empilables de type Dark Sea, les paniers Oyster Grow et l'huître collée sur corde. D'après Doiron (2009), la croissance des huîtres collées est supérieure à celle des huîtres élevées en poches flottantes.

En 2010, deux mytiliculteurs des Îles-de-la-Madeleine visant à diversifier leur production ont démontré un intérêt pour l'élevage de l'huître en suspension, dans le but de les commercialiser à une taille cocktail (65-75 mm) ou commerciale (≥ 76 mm) sur le marché local pendant la période estivale. Le marché automnal à l'extérieur des Îles-de-la-Madeleine est difficilement accessible pour le moment, vu la concurrence avec les provinces maritimes et le volume minimale nécessaire pour prendre une part de marché. Pour réussir à commercialiser les huîtres en période estivale, il faudra pouvoir les maintenir en stabulation en eau froide afin de ralentir ou d'empêcher la maturation des gonades.

Vu l'intérêt des mytiliculteurs madelinots et les résultats prometteurs observés au Nouveau-Brunswick, il est justifié de tester l'élevage en suspension de l'huître collée sur corde aux Îles-de-la-Madeleine. La lanterne japonaise, une structure d'élevage utilisée en pectiniculture, semble à priori satisfaire les critères d'élevage pour être testée aux Îles-de-la-Madeleine, dans la lagune du Havre aux Maisons et dans la baie de Plaisance.

La présente étude a pour objectif principal d'évaluer le potentiel bio-technico-économique du développement de l'ostréiculture en lagune versus celui en milieu ouvert aux Îles-de-la-Madeleine. L'étude est divisée en trois volets. Premièrement, le volet A comprend la partie biotechnique des essais d'élevage et a comme objectifs spécifiques de tester, en lagune et en milieu ouvert, sur deux classes de tailles distinctes, trois techniques d'élevage en suspension, soit : (1) les lignes d'huîtres collées suspendues à la verticale sur des filières; (2) les lignes d'huîtres collées suspendues à l'horizontale sur des filières et; (3) la lanterne japonaise. Ces trois techniques sont évaluées en: i) comparant la survie et la croissance des huîtres; ii) évaluant la qualité selon la forme de la coquille et l'indice de condition des huîtres; iii) déterminant le temps nécessaire pour que les huîtres de la classe de taille de 30-40 mm atteignent la taille cocktail et la taille commerciale; iv) déterminant le temps requis pour que les huîtres de la classe de taille de 50-60 mm atteignent la taille cocktail et la taille commerciale. Deuxièmement, le volet B du projet a pour objectif d'évaluer la possibilité de maintenir des huîtres de taille cocktail ou commerciale en affinage en saison estivale avant de les commercialiser. Finalement, le volet C traite des analyses technico-économiques.

Hypothèses de recherche :

H₁= Pour une technique d'élevage donnée, la survie des huîtres est comparable entre la lagune du Havre aux Maisons et de la baie de Plaisance.

H₂= Pour une technique d'élevage donnée, la croissance des huîtres est comparable entre la lagune du Havre aux Maisons et de la baie de Plaisance.

H₃= Pour une technique d'élevage donnée, l'indice de condition des huîtres est comparable entre la lagune du Havre aux Maisons et de la baie de Plaisance.

H₄= Pour une technique d'élevage donnée, l'indice de qualité des huîtres est comparable entre la lagune du Havre aux Maisons et de la baie de Plaisance.

2. Matériel et méthodes

Volet A

2.1 Sites d'étude

L'étude expérimentale a été réalisée sur deux sites à partir de mai 2010 (Figure 1). Le premier site d'élevage se trouve en milieu ouvert, dans la baie de Plaisance (BP), à proximité du site de captage et d'élevage de l'entreprise *La moule du large inc.* (MDL). Le second site, dans le milieu semi-fermé de la lagune du Havre aux Maisons (HAM), se situe à proximité du site d'élevage de l'entreprise *Moules de culture des Îles inc.* (MCI). La profondeur maximale est de 7 m dans la lagune du HAM et de 20 m dans la BP.

2.2 Techniques d'élevage en suspension

En 2010, trois techniques d'élevage en suspension ont été testées dans la lagune du HAM et deux dans la BP. Les lignes d'huîtres collées suspendues à la verticale et les huîtres placées en lanternes japonaises ont été mises en élevage sur les deux sites d'étude tandis que les lignes d'huîtres collées suspendues à l'horizontale sur la filière ont seulement été mises en élevage sur le site du HAM. Les huîtres provenaient de la ferme l'Étang Ruisseau Bar de Caraquet, au Nouveau-Brunswick.

Les techniques d'élevage en suspension ont été testées sur deux classes de taille d'huîtres, soit celles comprises entre 30-40 mm (taille moyenne de 30,33 ± 4,94 mm, n=2440) et entre 50-60 mm (taille moyenne de 60,56 ± 4,94 mm, n=2440). Pour simplifier la compréhension du rapport, la classe de taille de 30-40 mm correspondra aux huîtres P et celle de 50-60 mm, aux huîtres G.

2.2.1 Cordes d'huîtres collées suspendues à l'horizontale

Les lignes d'huîtres collées en triplet ont été fixées sur des supports métalliques qui ont été suspendues horizontalement sur la filière d'élevage dans la lagune du HAM (Figure 2). Deux supports d'huîtres collées ont été positionnés à 1 m de la surface et deux autres à 2,5 m de la surface. Chaque support contient cinq lignes d'huîtres collées de taille P et de cinq lignes d'huîtres collées de taille G. Les lignes ont une longueur de 1,7 m et supportent 17 triplets d'huîtres collées. Une distance de 10 cm sépare chaque triplet sur le cordage. La préparation des lignes et le collage des huîtres sont décrits dans le manuel de référence de l'ostréiculteur du MAPA-Nouveau Brunswick (Doiron, 2006). Le ciment, traditionnellement utilisé en Europe, a été remplacé par de la colle de marque Lepage PL Premium imperméable.

Le taux de croissance, le taux de survie et l'indice de qualité des huîtres élevées à l'horizontale ont été comparés avec ceux des huîtres élevées à la verticale et en lanternes japonaises. Les huîtres collées de chaque support horizontal ont été comparées avec les huîtres collées à la verticale pour des profondeurs équivalentes : le niveau 1 de la ligne verticale se situe à 1 m de la surface et le niveau 16 de la ligne verticale est à 2,5 m de la surface. Les structures d'élevage ont été nettoyées en août et en octobre 2010 à l'aide d'un jet d'eau salée sous pression de l'embarcation. La pression a dû être réduite pour éviter de briser la nouvelle frange de la coquille et de décoller les huîtres de la corde. Elle devait tout de même être assez forte pour décrocher le naissain de moule fixé sur les huîtres et sur la structure d'élevage. Les structures ont été calées près du fond pour l'hiver et ont été remontées à la profondeur adéquate en mai 2011, afin de profiter des meilleurs mois de croissance.

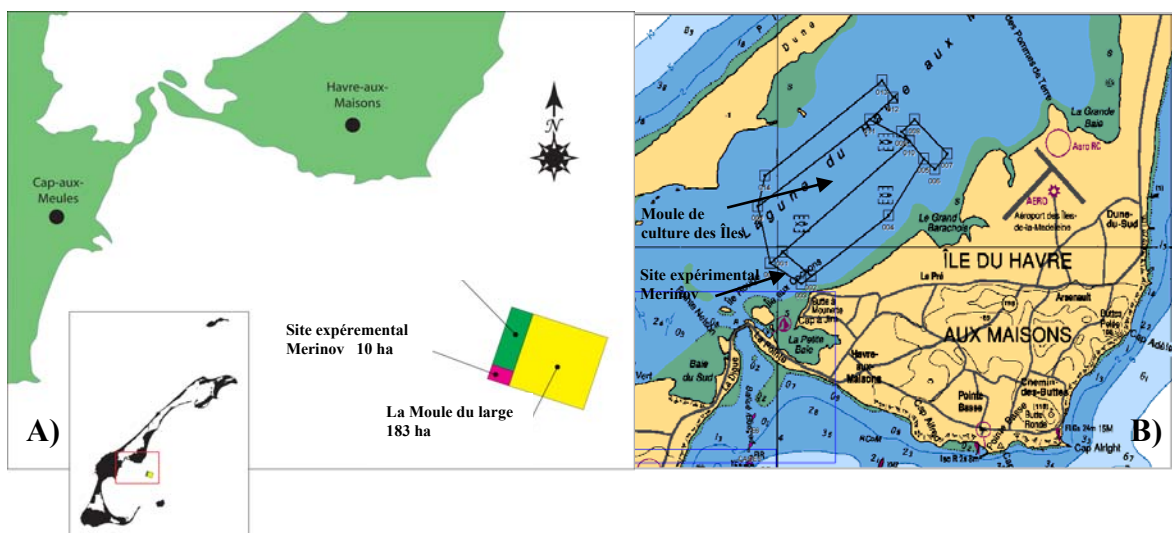




Figure 2. Huîtres collées sur cordes, attachées à un cadre métallique et suspendues à l'horizontale sur une filière, dans la lagune du HAM en 2010.

2.2.2 Cordes d'huîtres collées suspendues à la verticale

Les ostréiculteurs néo-brunswickois utilisent principalement la méthode des cordes d'huîtres collées suspendues à l'horizontale puisque la profondeur de leurs sites d'élevage est habituellement faible, inférieure à 5 m. Pour des questions pratiques, les producteurs madelinots désiraient tester la méthode des cordes d'huîtres collées suspendues à la verticale (Figure 3). Les cordes d'huîtres collées ont été positionnées à la verticale à 1 m de la surface dans la lagune du HAM et à 7 m de la surface dans la BP. La préparation des lignes et le collage des huîtres ont été réalisés tels que décrit à la section 2.2.1. Les lignes ont une longueur approximative de 2 m et supportent 20 triplets d'huîtres collées. Pour la BP, la profondeur n'étant pas limitative, les cordes pourraient être plus longues.



Figure 3. Huîtres collées sur cordes suspendues à la verticale sur une filière expérimentale dans la lagune du HAM et dans la BP en 2010.

La prise de données et le nettoyage ont été réalisés tels que décrits dans la section 2.1.1. Le taux de croissance, le taux de survie et l'indice de qualité des huîtres élevées à la verticale ont été comparés avec ceux des huîtres élevées sur des lignes horizontales et en lanternes japonaises dans la lagune du HAM et avec ceux des huîtres mises en lanternes japonaises dans la BP. Les structures ont été calées près du fond pour l'hiver et ont été remontées à 1 m de la surface au printemps 2011 dans la lagune du HAM et à 7 m de la surface dans la BP afin de profiter des meilleurs mois de croissance.

2.2.3 Lanternes japonaises

Les huîtres ont été placées en lanternes japonaises de dix étages sur les deux sites de l'étude à concurrence de quatre lanternes par site (Figure 4). Une densité de 50 huîtres par étage pour les huîtres G et de 60 huîtres par étage pour les huîtres P a été respectée. Les lanternes japonaises utilisées mesuraient 48 cm de diamètre pour une surface de 1810 cm² par étage.



Figure 4. Huîtres placées en lanternes japonaises sur une filière expérimentale dans la lagune du HAM et dans la BP en 2010.

Une plongée a été effectuée le 14 juillet 2010 dans la BP et le 27 juillet 2010 dans la lagune du HAM afin de vérifier la flottabilité des filières. En novembre 2010, avant l'hivernage des structures, une plongée supplémentaire a été faite afin de s'assurer que les structures ne touchaient pas au fond marin.

Les lanternes japonaises ont été lavées au jet d'eau salée sous pression en août et en octobre 2010. Les huîtres des lanternes japonaises ont été retirées pour être nettoyées au jet d'eau sous pression en octobre 2010. Les structures ont été calées près du fond pour l'hiver et ont été remontées à 1 m de la surface en mai 2011 dans la lagune du HAM et à 7 m de la surface dans la BP afin de profiter des meilleurs mois de croissance.

La figure 5 schématise l'ensemble des mises en élevage requises afin de procéder aux expérimentations pour les huîtres collées sur cordes et celles mises en lanternes japonaises pour les deux classes de tailles différentes. Les structures d'huîtres ont été mises à l'eau le 11 juin 2010.

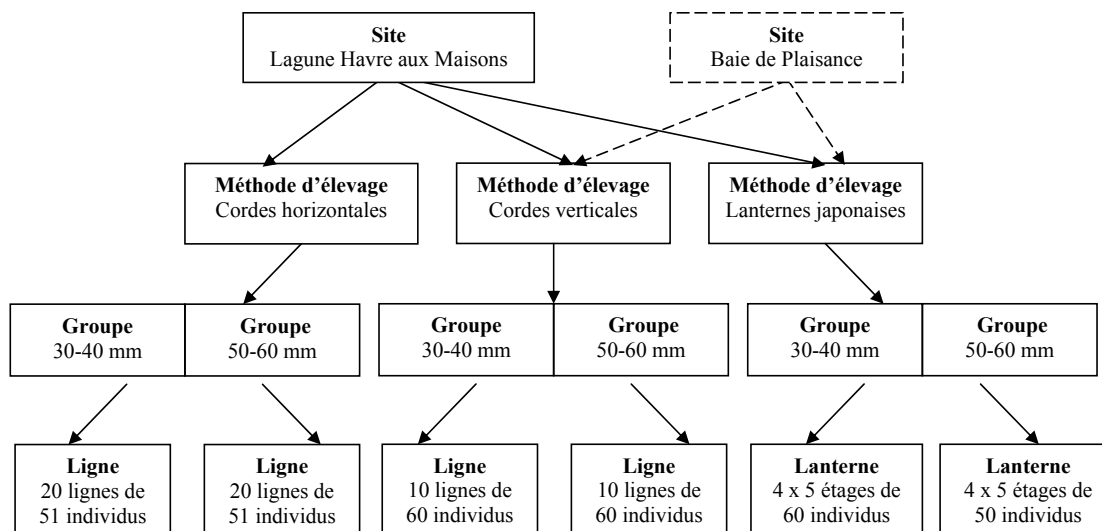


Figure 5. **VOLET A** - Schéma expérimental d'élevage en suspension d'huîtres collées sur cordes et en lanternes japonaises.

2.3 Données environnementales

Cinq thermographes de type Vemco ont été immergés au printemps 2010 à 1 m et 2,5 m de la surface dans la lagune du HAM et à 5 m, 10 m et 15 m de la surface dans la BP. Des échantillons d'eau ont été prélevés en surface et près du fond dans la lagune du HAM et à 5 m et 10 m de la surface dans la BP. Ces échantillons ont été apportés au laboratoire pour des analyses de seston (Filtre GF/C: rétention >1,2 µm). L'échantillon d'eau a subi une filtration de l'ordre de 170 µm avant la filtration.

2.4 Suivi de l'indice de condition et du remplissage des gonades

L'indice de condition de l'huître américaine est régulièrement analysé pour déterminer des phénomènes marquants tels que la croissance ou la reproduction qui sont caractérisés par des fluctuations saisonnières. L'indice de condition est un indicateur du pourcentage de la cavité interne de l'huître utilisée pour la croissance des tissus et permet de mettre en évidence les fluctuations des réserves énergétiques, qu'il s'agisse d'engraissement ou d'amaigrissement (Lawrence et Scott 1982; Manley et al. 2009). Du point de vue commercial, il est important de connaître la période où les huîtres offrent la meilleure qualité. La qualité de la chair, évaluée à partir de l'indice de condition, varie dans le temps en étant plus faible en période de ponte. Cet indice se calcule comme suit :

Indice de condition (IC) = g/cm^3

IC = $\frac{\text{Masse sèche de la chair (g)} \times 100}{(\text{Masse fraîche de l'animal intact (g)} - \text{Masse sèche de la coquille (g)})}$

Pour suivre les fluctuations de l'indice de condition, des huîtres des deux classes de tailles ont été placées en lanternes carrées de deux étages en début de saison. Ces lanternes, dont le maillage est de 9 mm de côté, ont été placées aux deux sites étudiés, à 1 m de la surface dans la lagune du HAM et à 7 m et 14 m de la surface dans la BP. La fréquence du suivi a été bimensuelle en juin et août 2010 et hebdomadaire en juillet 2010. L'indice de condition a également été évalué lors du suivi d'octobre 2010.

Pour chaque suivi de l'indice de condition, un échantillon de 20 individus par classe de taille et pour chacun des sites expérimentaux a été analysé au laboratoire. Les huîtres fraîches ont été déposées sur un papier essuie-mains pour une durée de 45 à 60 minutes. Seules les huîtres qui sont demeurées fermées hermétiquement ont été analysées. Le volume inter-valvaire a été obtenu en soustrayant le poids des coquilles séchées (pendant 24 heures) du poids frais de l'huître intacte (Lawrence et Scott 1982; Manley et al. 2009). La chair de l'huître a été séchée dans une étuve à 68 °C pendant deux jours.

L'évaluation du taux de remplissage des gonades des huîtres constitue un outil complémentaire à l'indice de condition pour statuer sur la période de ponte des huîtres. Les huîtres acheminées au laboratoire dans le cadre du suivi de l'indice de condition sont également évaluées au niveau du remplissage gonadique sur une échelle de 0 à 100 %.

2.5 Suivi de l'indice de qualité de la coquille de l'huître

La qualité de la coquille de l'huître a été évaluée à partir de la forme de la coquille. La longueur et la largeur des huîtres ont été mesurées en même temps que l'indice de condition de juin à octobre 2010. L'indice de qualité est calculé en faisant le rapport entre la longueur et la largeur de l'huître (Doiron, 2006). En octobre, l'indice de qualité moyen a été calculé pour chacune des techniques d'élevage testées dans les deux sites étudiés. Les huîtres ont ensuite été classées selon les quatre catégories suivantes :

Commerciale (indice > 2,0)

Normale (indice entre 1,75 et 2,0)

De choix (indice entre 1,5 et 1,75)

De luxe (indice < 1,5)

Un ratio inférieur à 1,5 correspond à une huître de meilleure qualité.

VOLET B

2.6 Affinage

L'affinage des huîtres pourrait être pratiqué à une profondeur supérieure à celle priorisée par l'élevage, afin d'atteindre des températures plus froides. L'affinage figure comme l'étape subséquente à la croissance et précédant la vente du produit. Les huîtres qui auraient atteint la taille cocktail ou commerciale à une faible profondeur pourraient être transférées à une profondeur où la température de l'eau est plus froide pour limiter, voir empêcher le développement gonadique.

Ce volet du projet a été testé sur les sites d'élevage des entreprises partenaires soit à 5 m sous la surface pour *Moules de culture des Îles* et à 15 m sous la surface pour *La moule du large*. Ainsi, 10 cordes d'huîtres P, 10 cordes d'huîtres G, 4 lanternes japonaises de 10 étages subdivisées en 5 étages d'huîtres P et 5 étages d'huîtres G ont été installées sur une ligne porteuse des entreprises. En octobre 2010, le taux de croissance, le taux de survie, l'indice de qualité et l'indice de condition des huîtres immergées sur le site des producteurs ont été comparés avec ceux des huîtres mises en élevage sur les sites expérimentaux. La figure 6 schématise l'ensemble des mises en élevage requises pour procéder aux expérimentations concernant l'affinage des huîtres des deux classes de taille.

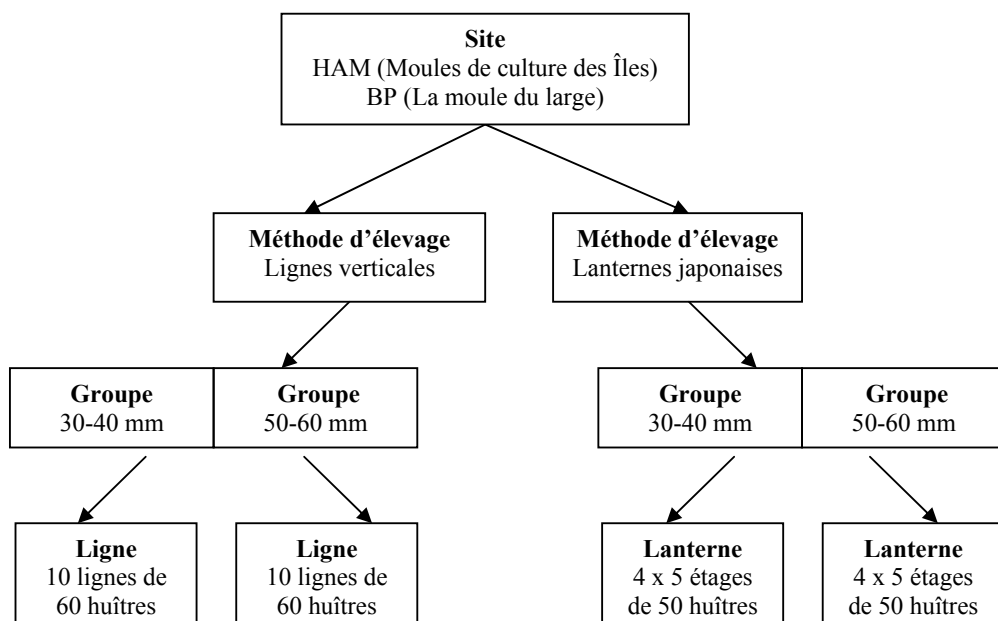
VOLET C

2.7 Analyses technico-économiques

2.7.1 Contexte

Pour l'entreprise, investir consiste à engager aujourd'hui des fonds dans l'espoir de recevoir plus tard des flux monétaires dont la valeur actualisée excède la mise de fonds initiale. Par opposition aux décisions financières à court terme, les décisions d'investissement à long terme sont, la plupart du temps, difficilement réversibles et engagent l'avenir de l'entreprise. Le gestionnaire doit optimiser l'utilisation de ces ressources de façon à n'accepter que les projets qui sont susceptibles d'avoir un impact positif sur le déploiement de l'entreprise. On peut facilement expliquer l'importance de la décision d'investissement par les mises de fonds substantielles que nécessitent généralement les projets d'investissement et par les problèmes de liquidité qui peuvent surgir si les flux monétaires sont inférieurs à ceux anticipés. Il n'est pas toujours facile de mettre fin à un projet, puisqu'il peut être difficile de revendre l'équipement acheté, surtout s'il s'agit d'équipement propre à une seule catégorie d'entreprise.

Il faut considérer que les entreprises intéressées par l'ostréiculture aux Îles-de-la-Madeleine sont spécialisées en mytiliculture. Elles entrevoient l'ostréiculture comme une source de diversification permettant d'ajouter des revenus complémen-



Total = 2160 + 2000 huîtres de 30-40 mm (lanternes) et 2160 + 2000 huîtres de 50-60 mm (lanternes)

Figure 6. **VOLET B** - Schéma expérimental d'élevage en suspension d'huîtres collées sur cordes et en lanternes japonaises pour l'affinage des huîtres chez deux producteurs.

taires à ceux procurés par leur culture principale. Les deux entreprises concernées possèdent déjà les immobilisations de base pour se lancer en ostréiculture. L'amortissement des équipements et des infrastructures pourra être réparti entre les projets mytilicoles et ostréicoles.

Les différentes étapes de production (réception, séchage, collage, fixation des cordes sur les filières, calage hivernale des filières, récolte, tri, emballage et transport) pour la production d'huîtres collées vont permettre d'identifier les différents frais variables et fixes de production.

2.7.2 Analyse des résultats

Considérant l'échelle expérimentale du présent projet, une analyse se limitant aux coûts variables et aux coûts fixes de production a été effectuée que pour la première année du projet. Puisque la méthode d'élevage n'est pas maîtrisée et qu'elle est sujette à plusieurs améliorations, l'analyse évalue un premier cycle de production basée sur les résultats obtenus lors de la première année d'élevage pour fixer un coût unitaire de production. Le volet associé aux revenus et l'évaluation économique de l'affinage n'ont pas été réalisés, puisqu'à l'automne 2010, une faible proportion des huîtres mises en élevage avait atteint une taille justifiant la vente. Le coût de revient a pu être évalué pour les différentes techniques d'élevage, selon la taille initiale des huîtres ainsi que le site de culture.

2.8 Analyses statistiques

Les données ont été compilées et mises en graphique pour évaluer visuellement la performance des huîtres de chacune des deux classes de taille soumises à différentes conditions expérimentales (site, structure d'élevage, profondeur). Une comparaison entre l'effet des différentes conditions expérimentales (site, profondeur, type de structure d'élevage) et leurs interactions sur chacun des paramètres (survie, croissance et indice de qualité de la coquille des huîtres) a été effectuée à l'aide d'une analyse de variance (ANOVA). Les conditions d'homogénéité des variances ont été vérifiées avec la méthode graphique et la normalité des résidus avec le test Shapiro-Wilk. Lorsque les conditions d'application de l'analyse de variance ne sont pas satisfaites, les données sont soumises à une transformation en log ou en racine carrée. Lorsqu'une ANOVA indique un effet significatif d'un ou plusieurs facteurs, un test de Tukey a été utilisé pour identifier à quel niveau se trouvaient les différences significatives.

3. Résultats

Volet A

3.1 Données environnementales

3.1.1 Température

La température à 1 m et 2,5 m de la surface dans la lagune du HAM s'est maintenue autour de 20 °C entre le 15 juillet et le 1^{er} septembre 2010 (Figure 7). À partir du début septembre, la température a progressivement diminué jusqu'à 6 °C au début du mois de novembre.

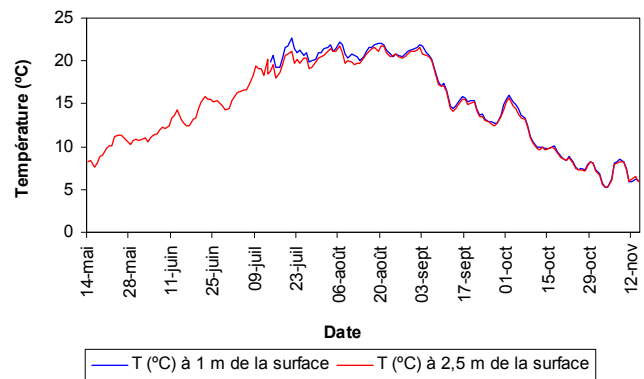


Figure 7. Température journalière dans la lagune du HAM à 1 m et à 2,5 m de la surface de mai à novembre 2010.

La température dans la BP est légèrement différente à 5 m et à 10 m de la surface entre le début juin et le début d'octobre 2010. La température à 15 m de la surface semble être généralement plus froide, atteignant 8 °C au début septembre alors qu'elle était aux alentours de 15 °C à 10 m de la surface à la même date. À la fin août, la température à 5 m de la surface s'est maintenue à 20 °C pendant une semaine (Figure 8).

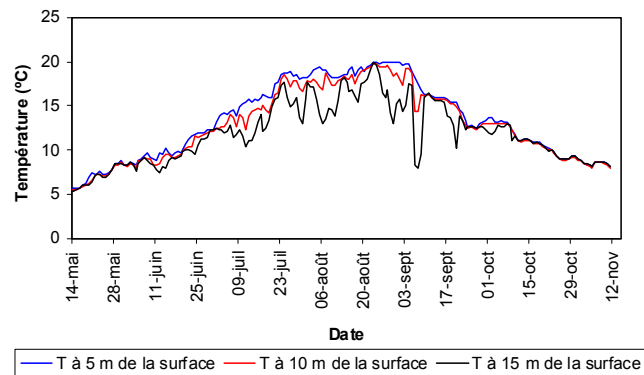


Figure 8. Température journalière sur le site de la BP à 5 m, à 10 m et à 15 m de la surface en 2010.

3.1.2 Matières organiques dissoutes

Dans la lagune du HAM, un pic de matières organiques dissoutes a été observé le 31 août 2010 avec $2,42 \pm 0,67$ mg/l. Dans la BP, la concentration maximale a été atteinte à 5 m de la surface, le 13 septembre 2010, avec $1,36 \pm 0,67$ mg/l et le 10 août 2010 à 10 m de la surface avec $1,22 \pm 0,62$ mg/l (Figure 9).

3.2 Suivi de l'indice de condition et du remplissage des gonades

3.2.1 Indice de condition

Pour les huîtres P, l'indice de condition a progressivement diminué du 18 juin jusqu'au 15 octobre 2010. Dans la lagune du HAM, l'indice de condition était inférieur à 6 g/cm^3 au dernier suivi alors qu'il était à 8 g/cm^3 à 7 m de la surface dans la BP (Figure 10).

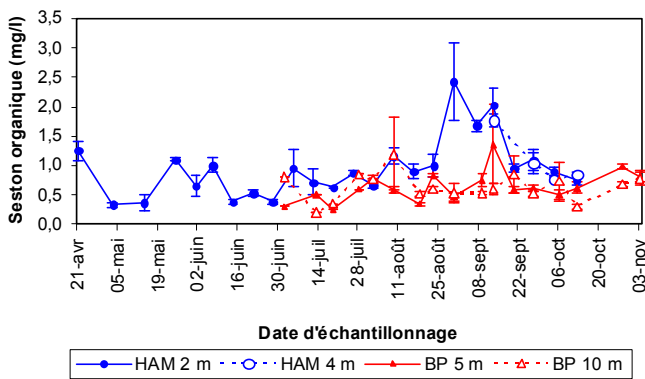


Figure 9. Matières organiques dissoutes (mg/l \pm e.s.) dans la BP à 5 m et 10 m de la surface et dans la lagune du HAM à 2 m et à 4 m de la surface en 2010 (n=3).

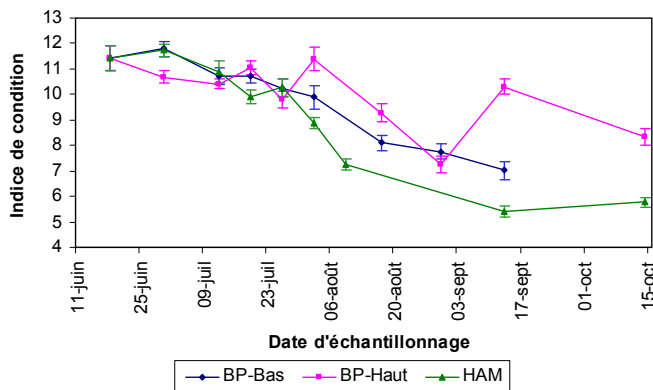


Figure 10. Indice de condition (g/cm³ \pm e.s.) des huîtres P juin et octobre 2010 (n=20). Les profondeurs respectives des échantillons sont : 14 m (BP Bas), 7 m (BP Haut) et 1 m (HAM).

Pour les huîtres G, l'indice de condition était de 8 g/cm³ pour les trois sites expérimentaux lors de la mise en structure le 11 juin 2010. Au dernier suivi, le 15 octobre 2010, l'indice de condition était de 7 g/cm³ et de 5 g/cm³ pour le site de la BP à 7 m et 14 m de la surface respectivement (Figure 11). Dans la lagune du HAM, l'indice avait augmenté en juillet pendant la période de maturation des gonades et redescendu par la suite.

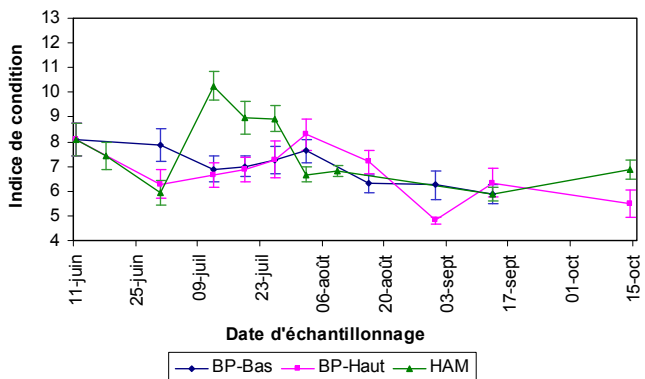


Figure 11. Indice de condition (g/cm³ \pm e.s.) des huîtres G entre juin et octobre 2010 (n=20). Les profondeurs respectives des échantillons sont : 14 m (BP Bas), 7 m (BP Haut) et 1 m (HAM).

3.2.2 Remplissage des gonades

Pour déterminer la période de ponte, un suivi du remplissage de la gonade a été réalisé entre le 18 juin et le 14 octobre 2010 (Figures 12 et 13). Les gonades des huîtres P ont commencé à libérer leurs gamètes à partir du 13 juillet dans la lagune du HAM. Pour la BP, c'est à partir du 25 juillet que ce phénomène s'est fait ressentir à 7 m de la surface et à partir du 1^{er} août pour les huîtres situées à 14 m sous la surface. Le 9 août 2010, les gonades des huîtres P étaient vides dans la lagune du HAM alors qu'elles étaient remplies à moins de 10 % à partir du 31 août dans la BP pour les deux profondeurs testées. Le 15 octobre 2010, les gonades étaient remplies à moins de 10 % pour les deux sites.

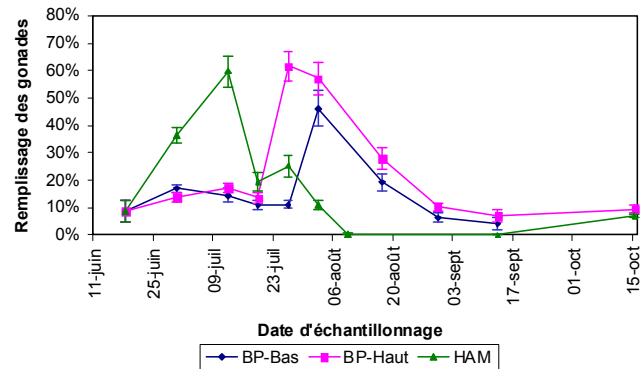


Figure 12. Taux de remplissage des gonades (% \pm e.s.) des huîtres P entre juin et octobre 2010 (n=20). Les profondeurs respectives des échantillons sont : 14 m (BP Bas), 7 m (BP Haut) et 1 m (HAM).

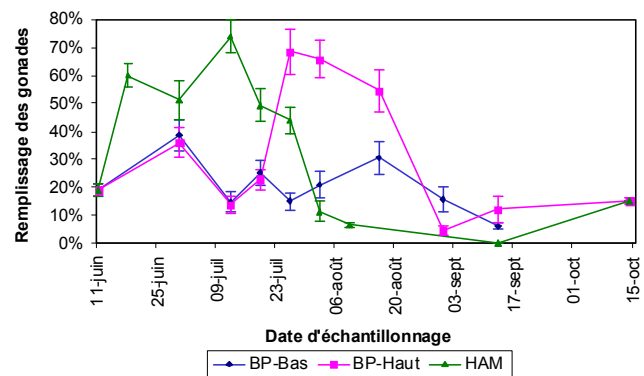


Figure 13. Taux de remplissage des gonades (% \pm e.s.) des huîtres G entre juin et octobre 2010 (n=20). Les profondeurs respectives des échantillons sont : 14 m (BP Bas), 7 m (BP Haut) et 1 m (HAM).

Le 13 juillet 2010, dans la lagune du HAM, les gonades des huîtres G ont continué à se remplir après la mise à l'eau des structures pour atteindre un taux de remplissage maximal moyen de 74 \pm 6 %. Le taux de remplissage des gonades des huîtres G a diminué progressivement jusqu'au début septembre (Figure 13). Le 25 juillet 2010, à 7 m de la surface dans la BP, les gonades se sont remplies en moyenne jusqu'à 70 %. Le 1^{er} septembre 2010, elles ont atteint un taux de remplissage minimal de 5 %. Le 15 octobre 2010, lors du dernier suivi, le remplissage des gonades avait augmenté

légèrement jusqu'à 15 ± 0 %. Dans la BP, le taux maximal de remplissage des gonades de 39 ± 6 % a été atteint le 30 juin 2010 à 14 m de profondeur. Une ponte plus faible a tout de même été observée.

3.3 Suivi de l'indice de qualité de la coquille de l'huître

Entre juin et octobre 2010, l'indice de qualité n'a pratiquement pas varié. L'indice de qualité s'est situé entre 1,3 et 1,5 pour les huîtres P et entre 1,4 et 1,7 pour les G. Les huîtres analysées, toutes classes de taille confondues, appartiennent à la catégorie « de luxe ».

3.4 Comparaison de trois techniques d'élevage en suspension

3.4.1 Croissance

Une ANOVA à deux facteurs fixes, évaluant l'effet de la technique (corde verticale et lanterne japonaise) et du site expérimental (HAM, BP, MCI, MDL) sur la taille des huîtres a été effectuée (Tableau 1).

Les résultats du test post hoc de Tukey montrent que les huîtres P ont obtenu le meilleur taux de croissance pour les cordes suspendues à la verticale pour les sites du HAM et de MCI. Le site de MCI affiche le meilleur taux de croissance pour les huîtres P avec une taille moyenne de $23,5 \pm 0,6$ mm. Pour les huîtres G, la technique des huîtres collées suspendues à la verticale a également affiché des résultats de croissance supérieurs pour la lagune du HAM et le site de MCI. Il n'y a pas de différence significative entre les deux techniques utilisées (corde verticale et lanterne japonaise) pour le site de BP et celui de MDL (Figure 14).

Une ANOVA à un facteur fixe a été effectuée spécifiquement pour le site du HAM puisque la technique des huîtres collées suspendues à l'horizontale n'a été testée qu'à cet endroit.

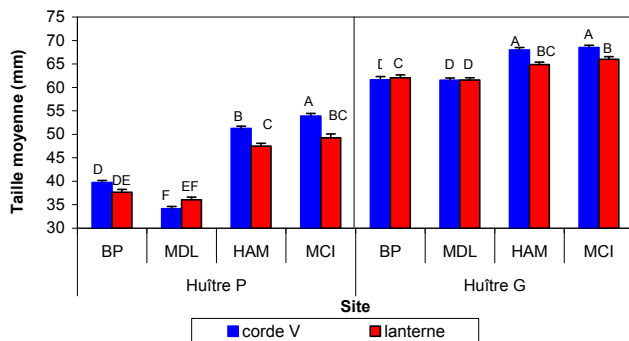


Figure 14. Taille atteinte en octobre 2010 (mm ± e.s.) pour les huîtres transférées de Caraquet en juin 2010 et mises en élevage dans quatre sites aux Îles-de-la-Madeleine (BP = baie de Plaisance site expérimental, MDL = La moule du large, HAM = lagune du Havre aux Maisons, MCI = Moules de culture des Îles). Deux techniques d'élevage sont comparées : Corde Verticale (Corde V, et la lanterne japonaise). Les lettres différentes indiquent les moyennes qui sont significativement différentes. Ces différences sont basées sur le test post hoc de Tukey.

Pour le site expérimental du HAM, une ANOVA à un facteur fixe (profondeur) a été effectuée pour comparer la taille moyenne des huîtres selon chaque technique d'élevage et chaque classe de taille (Tableau 3). Ces analyses n'ont pas été appliquées aux autres sites d'élevage, puisque des pertes élevées sont survenues suite à des bris de structures. Pour la lagune du HAM, il n'y a pas eu d'effet significatif de la profondeur sur la taille moyenne des huîtres, que ce soit pour la technique d'élevage des huîtres collées à la verticale ou les lanternes japonaises.

Tableau 1. ANOVA à deux facteurs fixes évaluant l'effet de la technique d'élevage (huîtres collées sur cordes verticales et la lanterne japonaise) et du site (HAM, MCI, BP, MDL) sur la taille des huîtres. Les structures d'élevage sont suspendues à 1 m à HAM, à 4 m à MCI, à 7 m à BP et à 14 m de la surface à MDL. L'échantillonnage a été fait le 15 octobre 2010.

Groupe de taille	Source de variabilité	Somme des carrés	dl	F-ratio	p
Huître P	Site	37877,38	3	390,4889	<0,0001
	Technique	826,79	1	25,5710	<0,0001
	Site*Technique	1152,66	3	11,8831	<0,0001
	Erreur	27289,31	844	198,9761	
Huître G	Site	4989,24	3	56,2009	<0,0001
	Technique	350,40	1	11,8411	0,0006
	Site*Technique	530,08	3	5,9711	0,0005
	Erreur	25360,06	844		

Tableau 2. ANOVA à un facteur fixe testant l'effet de la technique (huîtres collées sur cordes suspendues à la verticale (V), huîtres collées sur cordes suspendues à l'horizontale (H) et lanternes japonaises (L)) sur la taille des huîtres. Les cordes horizontales sont suspendues à 1 m et 2,5 m de la surface. Les cordes verticales et les lanternes japonaises sont suspendues à 1 m à HAM.. L'échantillonnage a été fait le 15 octobre 2010.

Site	Classes de taille	Source de variabilité	Somme des carrés	dl	F-ratio	p	Test de Tukey
HAM	P	Technique	759,16	2	12,0013	<0,0001	V
		Erreur	15402,84	487			
	G	Technique	837,79	2	12,8339	<0,0001	
		Erreur	15699,64	481			

Les résultats de la meilleure technique sont basés sur le test de Tukey.

Tableau 3. ANOVA à un facteur fixe évaluant l'effet de la profondeur sur la taille des huîtres collées et les huîtres mises en lanternes japonaises pour le site d'élevage du HAM. Les cordes d'huîtres collées sont suspendues à l'horizontale (Corde H) à 1 m et 2,5 m de la surface. Les cordes d'huîtres collées à la verticale (Corde V) et les lanternes japonaises sont suspendues à 1 m à HAM, à 4 m à MCI, à 7 m à BP et à 14 m de la surface à MDL.

Site	Structure	Classes de taille	Source de variabilité	Somme des carrés	dl	F-ratio	p
HAM	Corde V	P	Profondeur	584,68	19	1,1183	0,3499
			Erreur	2201,40	80		
	Corde V	G	Profondeur	561,81	19	0,6746	0,8329
			Erreur	3506,74	80		
	Corde H	P	Profondeur	28,82	1	0,9230	0,3376
			Erreur	7930,12	254		
	Corde H	G	Profondeur	48,56	1	1,5655	0,2122
			Erreur	6885,51	222		
	Lanterne	P	Profondeur	312,40	9	1,0093	0,4489
			Erreur	1375,66	40		
	Lanterne	G	Profondeur	288,72	8	1,9624	0,0802
			Erreur	662,06	36		

3.4.2 Mortalité et décrochage

Très peu de mortalité a été observée pour les huîtres collées sur cordes verticales et horizontales, toutes tailles confondues, pour les sites expérimentaux du HAM, de la BP et de MCI (< 4 %). Une mortalité de 10 % pour la technique des huîtres collées sur cordes verticales a été observée pour les deux classes de taille du site de MDL. Le taux de survie des huîtres en lanternes japonaises a été très élevé dans la lagune du HAM pour les deux classes tailles testées (99 %). Le taux de mortalité a été plus élevé aux trois autres sites expérimentaux pour les huîtres en lanternes japonaises, variant entre 30 % (huîtres G, MCI) et 60 % (huîtres P de MCI, MDL et BP). Un taux de décrochage non négligeable a été observé pour les huîtres collées sur cordes. Le pourcentage de décrochage a varié entre 22 % pour les huîtres G du HAM et 49 % pour les huîtres G de BP (Figure 15).

3.4.3 Fixation d'organismes indésirables

À partir de juillet 2010, des naissains de moules ont entièrement recouvert les huîtres et les structures d'élevage dans la lagune du HAM. Dans la BP, c'est à compter de la mi-juin, que des hydrozoaires ont entièrement recouvert les structures d'élevage et les huîtres. Vers la mi-juillet, la fixation du naissain de moules a débuté sur les hydrozoaires préétablis de la BP pour atteindre une densité de 400 000 individus par

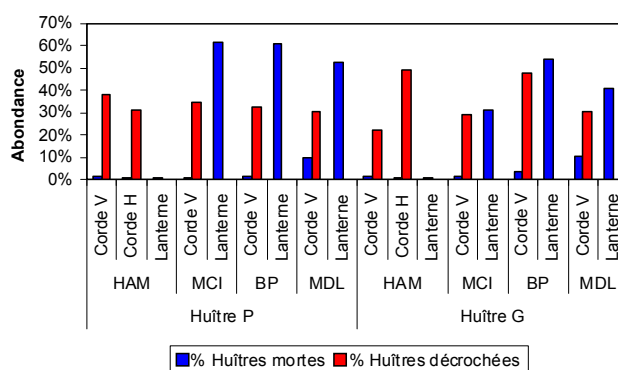


Figure 15. Taux de mortalité totale et taux de décrochage total des huîtres en lanternes japonaises et des huîtres collées suspendues à la verticale et à l'horizontale. Les huîtres en provenance de Caraquet, N-B, ont été mises en élevage dans quatre sites aux Îles-de-la-Madeleine (BP=Baie de Plaisance site expérimental, MDL= La moule du large, HAM= lagune du Havre aux Maisons, MCI= Moules de culture des Îles) en juin 2010.

mètre de collecteur (François Bourque, Merinov, comm.pers.) (Figure 16). En octobre 2010, des étoiles de mer (moyenne de 23 mm de rayon) et des crabes communs, (44 mm de diamètre) ont été observés dans les lanternes japonaises.



Figure 16. Organismes fixés sur les huîtres et les structures d'élevage (A : les moules à HAM et B : les hydrozoaires et les moules à BP).

Volet B

3.5 Affinage en profondeur

L'affinage en profondeur limite le développement gonadique des huîtres et permet la vente d'huîtres commerciales ou cocktail en période estivale (Loosanoff, 1965). Il n'y a pas eu d'affinage en 2010 dans la BP car les huîtres G n'ont pas atteint la taille cocktail sur le site du producteur. La lagune du HAM, avec sa faible profondeur, affiche une température de l'eau trop élevée pour garder les huîtres en stabulation sans qu'elles ne pondent.

Volet C

3.6 Analyses technico-économiques

En se basant sur la première année expérimentale, les frais variables de production et les frais fixes de production ont été évalués pour les différentes techniques d'élevage. Le coût unitaire d'approvisionnement est basé sur les tarifs payés aux producteurs néo-brunswickois pour le volume demandé. Les frais annuels d'une filière sont basés sur les estimations de la Société de développement de l'industrie maricole (SODIM), et sont amortis sur une période de dix ans incluant les frais relatifs aux bouées stabilisatrices. Quatre filières sont nécessaires pour mettre en suspension 22 000 huîtres réparties également en deux classes de taille : 30-40 mm et 50-60 mm. La technique d'élevage des huîtres collées nécessitent des dépenses matérielles telles que de la colle ainsi que du cordage. Les huîtres collées suspendues à l'horizontale requièrent l'achat supplémentaire de cadre de métal. L'élevage des huîtres collées nécessite un investissement supérieur en termes de main d'œuvre pour les étapes du collage ainsi que du nettoyage des structures. Pour un volume de

production de 22 000 huîtres, cinq jours de bateau ont été estimés, ce qui inclut l'installation des structures d'huîtres, la gestion de la flottabilité de la filière, le nettoyage annuel des structures d'élevage ainsi que la récolte des huîtres. Les frais fixes de production ont été pris en compte et incluent l'équipement de base pour le collage des huîtres, les frais administratifs liés à cette activité ainsi que le salaire d'un coordonnateur estimé pour une tâche annuelle de travail de cinq mois. Finalement, le coût annuel total pour l'élevage du volume mentionné précédemment est estimé à 24 533 \$ pour l'élevage des huîtres collées suspendues à la verticale et de 25 633 \$ pour l'élevage des huîtres collées suspendues à l'horizontale (Tableau 4).

L'élevage en lanternes japonaises, pour un volume de production de 22 000 huîtres, réparties également entre les deux classes de taille mentionnées, affichent des dépenses de l'ordre de 23 552 \$ (Tableau 5). Le transfert des huîtres en lanternes japonaises nécessite moins de main d'œuvre que la technique des huîtres collées et le nettoyage des structures est plus rapide.

Un coût unitaire de production a également été estimé en se basant sur une production de 22 000 huîtres, répartie en deux classes de taille différentes et basée sur différents sites et techniques d'élevage (Tableau 6). Il faut considérer que les coûts unitaires obtenus sont élevés puisque le volume de production est faible par rapport à celui d'un volume commercial. Le coût unitaire de production pourrait être beaucoup plus faible lorsque des économies d'échelle seront réalisées. Le taux de mortalité et/ou de décrochage a une influence directe sur le coût de revient. Le coût de revient peut être aussi élevé que 2,49 \$ pour les huîtres P produites en lanternes japonaises où la mortalité s'élève à 61,54 %. À l'inverse, un coût de revient de 0,96 \$ est obtenu par l'élevage des huîtres P en lanternes japonaises pour un taux de mortalité de 0,65 %. En général, le coût de revient associé à la technique des huîtres collées est plus élevé lorsque le taux de décrochage est élevé.

Tableau 4. Frais variables de production pour les huîtres collées suspendues à la verticale et à l'horizontale.

Approvisionnement	
Approvisionnement huitre 30-40 mm (\$/huître)	0,09 \$
Approvisionnement huitre 50-60 mm (\$/huître)	0,20 \$
Quantité d'huîtres 30-40 mm	11 000
Quantité d'huîtres 50-60 mm	11 000
Coût transport	251,24 \$
Coût total	3 441,24 \$
Équipement	
Coût annuelle d'une filière	200,00 \$
Quantité de filières	4
Coût total filières	800,00 \$
Coût bateau/jour	600,00 \$
Coût total	3 800,00 \$
Huîtres collées verticales et horizontales	
Coût tube de colle	7,27 \$
Quantité d'huîtres collées/ tube de colle	360
Quantité de tubes de colle requis	61
Coût total tubes de colle	444,28 \$
Coût de rouleaux de cordage de 3 mm	13,95 \$
Quantité d'huîtres collées pour un rouleau de cordage	7 200
Quantité de rouleaux de cordage requis	3
Coût total rouleaux de cordage	42,63 \$
Coût total	486,90 \$
Huîtres horizontales seulement	
Coût cadre de métal (amortis sur 10 ans)	3,00 \$
Quantité cordage/cadre	10
Quantité cadres requis	37
Coût total	1 100,00 \$
Main d'œuvre	
Huîtres collées verticales et horizontales	
Heures de travail ouvrier pour collage + installation sur filière	126
Heures de nettoyage ouvrier	112
Taux horaire ouvrier, avantages inclus	16,01 \$
Coût total	3 810,38 \$
Coût total frais variables de production, huîtres verticales	11 538,52 \$
Coût total frais variables de production, huîtres horizontales	12 638,52 \$
Frais fixes de production	
Équipement	
Coûts 20 feuilles ondulées en fibre de verre (amortis sur 10 ans)	44,46 \$
Équipement divers (pistolet à calfeutrer, bois) (amortis sur 10 ans)	50,00 \$
Frais administration (assurances, communication)	1 000,00 \$
Entretien, hivernage catamaran	500,00 \$
Immatriculation	550,00 \$
Main d'œuvre	
Coordonnateur, avantages inclus	10 000,00 \$
Coût total frais fixes de production	12 994,60 \$
Coût total fonctionnement, huîtres verticales (30-40 mm)	11 661,56 \$
Coût total fonctionnement, huîtres horizontales (30-40 mm)	12 211,56 \$
Coût total fonctionnement, huîtres verticales (50-60 mm)	12 871,56 \$
Coût total fonctionnement, huîtres horizontales (50-60 mm)	13 421,56 \$
Coût total fonctionnement, huîtres verticales	24 533,12 \$
Coût total fonctionnement, huîtres horizontales	25 633,12 \$

Tableau 5. Frais variables de production pour les huîtres mises en lanternes japonaises.

Matières premières	
Approvisionnement huitre 30-40 mm (\$/huître)	0,09 \$
Approvisionnement huitre 50-60 mm (\$/huître)	0,20 \$
Quantité d'huîtres 30-40 mm achetées	11 000
Quantité d'huîtres 50-60 mm achetées	11 000
Coût transport	251,54 \$
Coût total	3 441,54 \$
Équipement	
Coût annuelle d'une filière	200,00 \$
Quantité de filières	4
Coût total filières	800,00 \$
Coût bateau/jour	600,00 \$
Coût total	3 800,00 \$
Lanternes japonaises	
Coût lanterne 10 étages (amortis sur 5 ans)	7,79 \$
Densité en lanterne des huîtres de 30-40 mm	60
Densité en lanterne des huîtres de 50-60 mm	50
Quantité de lanternes requises pour 30-40 mm	18
Quantité de lanternes requises pour 50-60 mm	22
Coût total	314,20 \$
Main d'œuvre	
Heures de travail ouvrier pour remplir lanterne	84,00
Heures de nettoyage ouvrier	84,00
Taux horaire ouvrier, avantages inclus	16,01 \$
Coût total	2 689,68 \$
Coût total frais variables de production, lanternes japonaises	10 245,42 \$
Frais fixes de production	
Équipement	
Frais administration (assurances, communication)	1 000,00 \$
Entretien + hivernage catamaran	500,00 \$
Immatriculation	550,00 \$
Main d'œuvre	
Coordonnateur, avantages inclus	10 000,00 \$
Coût total frais fixes de production	12 050,00 \$
Coût total fonctionnement lanternes (30-40 mm)	10 528,43 \$
Coût total fonctionnement lanternes (50-60 mm)	11 766,99 \$
Coût total fonctionnement lanternes	22 295,42 \$

Tableau 6. Coût de revient selon la méthode et le site d'élevage en excluant les huîtres égrappées pour la méthode des huîtres collées suspendues à la verticale et à l'horizontale

Taille initiale	Sites	Techniques	Huîtres mortes	Huîtres décrochées	Coût de revient *	Coût de revient **
30-40 mm	HAM	Corde V	1,29 %	38,42 %	1,03 \$	1,69 \$
		Corde H	0,74 %	31,35 %	1,03 \$	1,51 \$
		Lanterne	0,65 %		0,96 \$	
	MCI	Corde V	1,10 %	34,98 %	1,03 \$	1,60 \$
		Lanterne	61,54 %		2,49 \$	
	BP	Corde V	1,80 %	32,43 %	1,04 \$	1,55 \$
		Lanterne	61,03 %		2,46 \$	
	MDL	Corde V	10,13 %	30,66 %	1,14 \$	1,73 \$
Lanterne		52,86 %		2,03 \$		
50-60 mm	HAM	Corde V	1,83 %	22,02 %	1,15 \$	1,49 \$
		Corde H	0,59 %	49,36 %	1,14 \$	2,27 \$
		Lanterne	1,20 %		1,08 \$	
	MCI	Corde V	1,49 %	28,88 %	1,15 \$	1,62 \$
		Lanterne	30,97 %		1,55 \$	
	BP	Corde V	3,59 %	47,90 %	1,18 \$	2,34 \$
		Lanterne	54,09 %		2,33 \$	
	MDL	Corde V	10,73 %	30,66 %	1,27 \$	1,94 \$
		Lanterne	40,83 %		1,81 \$	

* Le coût de revient ne tient compte que de la mortalité des huîtres.

** Le coût de revient tient compte de la mortalité et du décrochage des huîtres.

4. Discussion

La présente étude vise à évaluer le potentiel bio-technico-économique du développement de l'ostréiculture en lagune versus en milieu ouvert aux Îles-de-la-Madeleine.

4.1 Indice de condition, ponte et indice de qualité

Les huîtres G de la lagune du HAM ont amorcé une ponte à partir de la mi-juin, puisque l'indice de condition a chuté drastiquement de 10 g/cm³ à 6 g/cm³ en deux semaines. Cette variation est validée par le taux de remplissage gonadique qui a atteint une valeur maximale de 80 % avant d'atteindre une valeur minimale de 20 % lors de la mi-juillet. Les huîtres P de la lagune du HAM ont également perdu durant cette période avec un effort reproducteur plus faible puisque le remplissage gonadique n'a pas excédé 60 %. Les huîtres P et G situées à 7 m de la surface dans la BP ont également perdu tel que l'affiche la baisse de l'indice de condition. Toutefois, la température moyenne de l'eau, plus froide dans la BP, a induit une ponte plus tardive d'environ deux semaines. Finalement, un indice de condition relativement stable sans l'évidence de ponte ainsi que l'absence d'un remplissage gonadique pour les huîtres G de la BP viennent renforcer la stratégie de maintenir les huîtres en affinage à une profondeur de 14 m en saison estivale. L'indice de qualité s'est situé entre 1,3 et 1,5 pour les huîtres P et entre 1,4 et 1,7 pour les G tout au long du projet, laissant croire que la technique d'élevage et/ou que le transfert vers de nouveaux paramètres environnementaux n'auraient pas induit de modifications dans le patron de croissance des huîtres.

4.2 Croissance

Dans la lagune du HAM, la technique d'élevage en suspension la plus performante en termes de croissance a été les huîtres collées sur cordes suspendues à la verticale, toutes tailles confondues. La lagune du HAM a une profondeur maximale de 7 m, atteignant ainsi des températures estivales supérieures à celles de la BP. La croissance moyenne des huîtres G n'a pas varié significativement entre les sites expérimentaux de la lagune du HAM et encore moins entre les différentes profondeurs d'élevage testées. La croissance a été optimale pour les huîtres P sur le site de MCI, soit de 23,6 ± 0,6 mm entre juin et octobre 2010 (0,2 mm par jour). Les structures d'élevage du site de MCI étaient positionnées à cinq mètres de la surface, évitant ainsi la majorité du pic de fixation du naissain de moules. Les huîtres collées sur cordes suspendues à la verticale dans la lagune du HAM ont obtenu un taux de croissance moyen supérieur aux projets d'élevage d'huîtres collées au Nouveau-Brunswick, pour une période d'élevage et une structure de taille d'huîtres comparables (Mallet et Doiron, 2009).

Sur le site expérimental de la BP à une profondeur de 7 m, les huîtres P ont démontré une croissance plus élevée, toutes classes de taille et techniques d'élevage confondues (8,1 ± 0,3 mm). En général, la croissance a été similaire pour les huîtres collées et les huîtres en lanternes japonaises au sein d'un même site expérimental. Toutefois, on observe une croissance supérieure des huîtres P collées au site de la BP par rapport à celles de MDL. L'abondance des hydrozoaires sur les structures d'élevage semble comparable aux deux profondeurs testées, que ce soit à 7 m pour la BP ou 14 m à MDL. Une plus faible croissance des huîtres dans la BP pourrait être expliquée par : 1) le bris de la nouvelle frange des huîtres lors du nettoyage au jet d'eau sous pression, 2) une fixation abondante d'organismes filtreurs sur les

lanternes ou sur les huîtres qui peut réduire la disponibilité de phytoplancton ainsi que des concentrations plus faibles de phytoplancton à des profondeurs plus élevées, 3) un brassage important, dû au courant et aux vents forts, à l'intérieur des lanternes, ou 4) une température trop froide en profondeur (Figure 8). La température moyenne journalière de la BP en juillet et en août est plus faible qu'en lagune, l'écart pouvant aller jusqu'à 8-10 °C (Figures 7 et 8). Le décrochage des huîtres collées, a empêché de suivre individuellement la croissance de l'huître collée sur l'apex du triplet, tel qu'effectué au Nouveau-Brunswick (Sylvio Doiron, MAPA, comm. pers.). Il a été observé que quelques huîtres se cimentaient aux mailles des lanternes japonaises et qu'elles induisaient leur rupture lors de leur récupération.

4.3 Mortalité et décrochage

La mortalité a été en général très faible (2 %) dans la lagune du HAM, toutes techniques d'élevage et tailles confondues, à l'exception du site de MCI où l'on suspecte que les lanternes japonaises recouvertes de moules ou d'hydrozoaires aient traîné sur le fond. Des résultats similaires ont été obtenus dans la BP et les lourdes pertes sont reliées aux lanternes surchargées qui ont touché le fond et qui ont subi de la prédation par les étoiles de mer et les crabes communs. L'asphyxie est également considérée comme une cause de la mortalité. Les coquilles d'huîtres recueillies étaient entières, ce qui laisse supposer que si ces huîtres étaient mortes par prédation, ce serait possiblement par les étoiles de mer. Les huîtres avaient probablement atteint une taille refuge pour le crabe. Le taux de décrochage, pour toutes tailles et sites d'élevage confondus, a atteint en moyenne 34 %. Les manipulations des cordes d'huîtres collées pour la prise de données ont induit une quantité élevée de décrochage.

4.4 Organismes indésirables

L'abondance d'organismes indésirables fixés sur les dispositifs expérimentaux (filières et structures d'élevage) immergés en mer peut affecter la croissance et la survie des organismes qui sont maintenus en élevage (Dadswell 2000; Ross *et al.* 2002). Dans la lagune du HAM, des moules se sont fixées sur les lignes porteuses, les structures d'élevage et les huîtres tandis que dans la BP, ce sont principalement des hydrozoaires et de très petites moules qui ont été observés sur les dispositifs expérimentaux et les huîtres. En croissant, les organismes indésirables peuvent i) entrer en compétition avec les huîtres pour l'assimilation de la nourriture et ralentir leur croissance; ii) réduire la circulation d'eau à travers le maillage des lanternes japonaises et par conséquent iii) réduire l'apport en nourriture et en oxygène (Dadswell 2000; Ross *et al.* 2002). Entre juin et octobre 2010, l'augmentation du poids des structures d'élevage, principalement les lanternes japonaises, a été suffisamment importante pour diminuer la flottabilité des lignes porteuses et les entraîner vers le fond. Ainsi, les lanternes japonaises ont pu traîner sur le fond marin pendant une période non négligeable, favorisant la prédation par les crabes communs et les étoiles de mer présents sur ces fonds. En parallèle, des larves d'étoiles de mer et de crabes communs se sont développées au sein des structures d'élevage tel que le témoigne une biomasse non négligeable de ces deux espèces observées au sein des lanternes japonaises. Le nettoyage des structures effectué à

la fin du mois d'août au jet d'eau n'a pas été efficace. Un jet d'eau sous pression trop puissant pouvait briser la nouvelle frange des huîtres et provoquer le décollage des huîtres sur la corde alors qu'une pression réduite du jet d'eau ne décrochait pas les hydrozoaires et les moules de leur point d'attache.

4.5 Analyses économiques

En se basant, sur un volume de production de 22 000 huîtres divisées en deux classes de taille distinctes, les frais variables et fixes de production ont pu être établis selon les techniques d'élevage testées. L'élevage en lanternes japonaises induit moins de dépenses que l'élevage d'huîtres collées principalement grâce à des frais inférieurs en main d'œuvre et en équipements. Le coût de revient est fortement lié au taux de mortalité. Lorsque les lanternes japonaises n'ont pas subi une mortalité élevée, cette technique d'élevage affiche un coût de revient de 0,96 \$ pour les huîtres P et un coût de revient de 1,08 \$ pour les huîtres G. Le coût de revient de la technique des huîtres collées est légèrement plus élevé pour des taux de survie similaires, soit de 1,03 \$ pour les huîtres P et de 1,14 \$ pour les huîtres G. Le taux de décrochage élevé de cette technique influence à la hausse le coût de revient.

Les producteurs du Nouveau-Brunswick ont un prix de vente de 0,49 \$ pour les huîtres cocktail et de 0,66 \$ pour les huîtres commerciales (M. Serge Leblanc, Acadian Bay Entreprises inc., comm.pers.). Les coûts de revient calculés dans les présentes études sont nettement supérieurs à ces données ce qui est explicable par le faible volume de production utilisée dans la présente étude. Toutefois, lorsque l'élevage sera maîtrisé, une réévaluation des frais variables et fixes de production sera nécessaire pour fixer un nouveau coût de revient en intégrant la possibilité d'effectuer des économies d'échelle. Finalement, l'analyse des revenus n'a pas pu être effectuée puisqu'un taux insuffisant d'huîtres avait atteint la taille de commercialisation à l'automne 2010.

À la lumière des résultats obtenus, la croissance des huîtres en lagune combinée à un affinage estival à une profondeur moyenne de 14 m dans la BP semble être le scénario le plus prometteur. Il faudra vérifier si le gain de croissance supplémentaire associé aux huîtres collées à la verticale pourra justifier des frais variables de production supérieurs à ceux induits par l'élevage en lanternes japonaises.

5. Recommandations

1) Tester une ébouillanteuse à galis, une technique de nettoyage des structures d'élevage utilisée à la ferme Eel Lake Oyster en Nouvelle-Écosse et par plusieurs fermes commerciales françaises. La méthode consiste à immerger les structures d'élevage avec les huîtres, qui ont été colonisées par des organismes indésirables, dans un réservoir de 150 gallons d'eau de mer chauffée à 60 °C pendant 10 secondes. Le naissain de moules meurt immédiatement, alors qu'aucune mortalité n'est observée chez l'huître adulte. Le traitement devra être validé pour les hydrozoaires.

2) Optimiser le temps de séchage après le nettoyage des huîtres avant le collage sur la corde pour réduire le taux de décrochage.

- 3) Tester une autre structure d'élevage pour contrer la cimentation des huîtres au maillage des lanternes japonaises.
- 4) Comparer une différente souche d'huîtres issues de Bouctouche à celles provenant de Caraquet. Les huîtres de Bouctouche possèdent une croissance performante dans les divers plans d'eau du Nouveau-Brunswick (Sylvio Doiron, MAPA, comm. pers.).
- 5) Évaluer la possibilité que le grossissement des huîtres ait lieu dans la lagune du HAM combiné à un affinage dans la BP en profondeur.

6. Remerciements

Ce projet n'aurait pu être réalisé sans le soutien financier du Programme Innovamer du Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec et de la Société de Développement de l'Industrie Maricole. Nous tenons à remercier les entreprises partenaires, La moule du large et Moules de culture des Îles, pour leur implication dans ce projet. Nous remercions également le personnel technique de Merinov, Centre d'innovation de l'aquaculture et des pêches du Québec aux Îles-de-la-Madeleine: Jules Arseneau, Francine Aucoin, Yvon Chevarie, François Gallien, Michèle Langford, Claude Poirier, Francis Poirier, Stéphanie Poirier et Jacques Richard. Nous remercions également Aurélie Licois, professeure au Cégep de la Gaspésie et des Îles et chargée de projet pour Merinov à Grande-Rivière et les étudiants du programme en aquaculture pour l'aide apportée au suivi du mois d'octobre. Nous voulons également remercier messieurs Sylvio Doiron et Jacques Mallet du MAPA-Nouveau-Brunswick pour leurs précieux conseils sur le collage d'huîtres lors d'une mission à Shippagan qui a eu lieu en mai 2010.

7. Références

- Cyr, C. 2012. Programme de monitoring en soutien à l'industrie pectinique des Îles-de-la-Madeleine. Rapport final, Merinov, janvier 2012. 9 pages.
- Dadswell, M.J. 2000. A review of the status of sea scallop (*Placopecten magellanicus*) aquaculture in Atlantic Canada in the year 2000. 4: 72-75. In: Hendry, C.I. and S.E. McGladdery (eds). Proceedings of the 17th annual meeting of the Aquacult. Assoc. of Canada, May 18-31 2000. 128 pp.
- Doiron, S. 2006. Manuel de référence de l'ostréiculteur. Ministère de l'Agriculture, des Pêches et de l'Aquaculture. 75 pages.
- Giguère, M., Brulotte S., Duluc C., Hazel, F., Pereira S. et Gaudet M. 2007. Recensement de l'huître américaine (*Crassostrea virginica*) dans le bassin aux Huîtres et la baie Clarke aux Îles de la Madeleine, Québec. Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques 2695. 34 pages.
- Henderson, J.T. 1929. Lethal temperatures of lamellibranchiata. Contrib. Canada Biol. Fish. 4 :399-411.
- Hopkins, A. E. 1949. Determination of condition of oysters. Science, 110 (2865): 567-8.
- Lawrence, D. R. et G. I. Scott. 1982. The determination an use of condition index of oysters. In Estuaries, Vol. 5, no. 1, p. 23-27, March 1982.
- Loosanoff, V.L. 1958. Some aspects of behaviour of oysters at different temperatures. Biol. Bull. 114:57-70.
- Loosanoff, V.L. 1965. The American or eastern oyster. United States Dept. of the Interior Circular 205:1-36
- Mallet, A., et S. Doiron. 2009. Évaluation de la croissance des huîtres collées et en poches flottantes. Ministère de l'Agriculture et de l'Aquaculture du Nouveau-Brunswick. 22 pages.
- Manley, J. A. Power et R. Walker. 2009. Comparison of techniques for off-bottom culture of the eastern oyster, *Crassostrea virginica* (Gmelin, 1971), in Georgia. Occasional papers of the University of Georgia marine extension service, Vol. 6. 18 pages.
- Myrand, B. et M. Gaudet. 1995. Croissance, survie et qualité des huîtres (*Crassostrea virginica*) en élevage dans la lagune du Havre-aux-Maisons aux Îles-de-la-Madeleine. Dans : Activités 1995-1996 Direction de la recherche scientifique et technique. p. 23-24.
- Myrand, B. et M. Gaudet. 1996. Le potentiel de l'ostréiculture dans les lagunes des Îles-de-la-Madeleine. Dans : Activités 1997-1998 Direction de la recherche scientifique et technique. p. 25.
- Ross, K.A., J.P. Thorpe, T.A. Norton, A.R. Brand. 2002. Fouling in scallop cultivation: help or hindrance. *J. Shellfish Res.*, 21(2): 539-547
- Shumway, S.E. 1996. Natural environmental factors. In The eastern oyster *Crassostrea virginica*. Edited by V.S. Kennedy, R.I.E. Newell et A.F. Eble. A Maryland Sea Grant Book, College Park, Maryland, p. 467-514.

Sites internet

- Le monde sous-marin-Huître américaine-Côte atlantique de l'Amérique du Nord. Pêches et Océans Canada, (<http://www.dfo-mpo.gc.ca/science/publications/uuw-msm/articles/american-oyster-huitreamericaine-fra.html>) site internet visité le 12 février 2010.
- Profil de l'huître américaine (*Crassostrea virginica*). Pêches et Océans Canada, (<http://www.glf.dfo-mpo.gc.ca/pe/profil/oyster-huitre/oyster-huitre-f.php#121>) site internet visité le 12 février 2010.

ANNEXE

Annexe 1. Collage des triplets d'huîtres de 30-40 mm sur une corde.



