



SODIM

Société de développement de l'industrie maricole inc.

*Optimisation des conditions de manutention
et de stockage du naissain dans le cadre de la
nouvelle stratégie de prélevage*

Rapport final

Dossier n° 710.141

Rapport commandité par la SODIM

Octobre 2008

SOCIÉTÉ DE DÉVELOPPEMENT DE L'INDUSTRIE MARICOLE

**Optimisation des conditions de manutention et de stockage du naissain
dans le cadre de la nouvelle stratégie de pré-élevage**

Rapport final
au Fonds de R&D en mariculture

réalisé par Georges Cliche et Carole Cyr
Centre maricole des Îles-de-la-Madeleine
MAPAQ

Octobre 2008

TABLE DES MATIÈRES

TABLE DES MATIÈRES	2
LISTE DES FIGURES	3
LISTE DES TABLEAUX	4
1.0 MISE EN CONTEXTE	6
2.0 MATÉRIEL ET MÉTHODES	9
2.1 Validation des taux de récupération obtenus avec la nouvelle stratégie	9
2.2 Amélioration des conditions de manutention	10
2.2.1 Approche 1	10
2.2.2 Approche 2.	15
3.0 RÉSULTATS.....	16
3.1 Validation des taux de récupération obtenus avec la nouvelle stratégie	16
3.2 Amélioration des conditions de manutention	17
3.2.1 Approche 1 – Essai 1	17
3.2.2 Approche 1 – Essai 2	19
3.2.3 Approche 2 – Essai 1	21
3.2.4 Approche 2 – Essai 2	23
3.3 Suivi de température	25
4.0 DISCUSSION.....	28
4.1 Validation des taux de récupération obtenus avec la nouvelle stratégie	28
4.2 Amélioration des conditions de manutention	29
5.0 CONCLUSION	31
6.0 RÉFÉRENCES	32

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Schéma de la moitié d'une des dix sections formant une filière de collecte de la compagnie Culti-mer (Coll. au total/filière=640).....	10
Figure 2. Approche 1. Réduction de la température à l'intérieur des bacs isothermes servant pour le transport des collecteurs.....	10
Figure 3. Approche 2. Comparaison de 2 durées d'émersion des paniers d'élevage afin de faire une première caractérisation des paramètres optimaux qui devraient encadrer les opérations commerciales.	14
Figure 4. Survie des pétoncles ayant subi différents traitements six jours (A) et un mois (B) après l'immersion des paniers dans la lagune (nombre initial = 500 pétoncles/panier). Une partie des paniers ont été immergés 12 heures en vivier avant leur immersion dans la lagune le 29 août 2007.....	19
Figure 5. Survie des pétoncles ayant subi différents traitements six jours (A) et un mois (B) après l'immersion des paniers dans la lagune (nombre initial= 500 pétoncles/panier). Les paniers ont été immergés douze heures en vivier avant leur immersion dans la lagune le 3 octobre 2007.	20
Figure 6. Survie des pétoncles six jours (A) et un mois (B) après l'immersion des paniers dans la lagune (nombre initial = 500 pétoncles/panier). Une partie des paniers ont été émergés une heure et l'autre partie trois heures avant leur immersion dans la lagune le 29 août 2007.	23
Figure 7. Survie des pétoncles sept jours (A) et un mois (B) après l'immersion des paniers dans la lagune (nombre initial = 500 pétoncles/panier). Une partie des paniers ont été émergés une heure et l'autre partie trois heures avant leur transport dans la lagune. Les paniers ont tous été immergés douze heures en vivier avant leur immersion dans la lagune le 3 octobre 2007.....	25
Figure 8. Température (°C) à l'intérieur des bacs traités (S = à la surface du bac et F = au fond du bac) et sur le pont du bateau le 29 août 2007 lors du premier essai.....	26
Figure 9. Température (°C) à l'intérieur des bacs traités (S = à la surface du bac et F = au fond du bac) et sur le pont du bateau le 3 octobre 2007 lors du deuxième essai.....	27
Figure 10. Température (°C) dans la lagune de Havre-aux-Maisons du mois d'août au mois d'octobre 2007.	27

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Nombre moyen de pétoncles récupérés par collecteur (Nombre \pm s.e; n=4) selon le niveau sur la filière.....	16
Tableau 2. Résultats de l'analyse de variance (ANOVA) testant l'effet du temps d'immersion des paniers d'élevage dans un vivier avant leur immersion en lagune (0 heure ou 12 heures) et du traitement (collecteurs à sec dans les bacs de transport isothermes ; collecteurs arrosés dans les bacs de transport isothermes ; contenu des collecteurs immergé dans les bacs de transport isothermes) subi par les collecteurs lors du transport du site de captage jusqu'à l'usine sur la survie des pétoncles. A) pour le suivi après six jours d'immersion des paniers d'élevage dans la lagune et B) pour le suivi après un mois d'immersion des paniers d'élevage dans la lagune en 2007.....	17
Tableau 3. Résultats des analyses de variance (ANOVA) testant l'effet de l'immersion des collecteurs ou du contenu des collecteurs nettoyés sur le bateau avant leur nettoyage à l'usine sur la survie des pétoncles pour chaque traitement pris séparément. A) pour le suivi après six jours d'immersion des paniers d'élevage dans la lagune et B) pour le suivi après un mois d'immersion des paniers d'élevage dans la lagune en 2007. Pour chaque comparaison, le degré de liberté est égal à 1 et à 7.....	18
Tableau 4. Résultats de l'analyse de variance (ANOVA) testant l'effet du traitement (collecteurs à sec dans les bacs de transport isothermes ; collecteurs arrosés dans les bacs de transport isothermes ; contenu des collecteurs immergé dans les bacs de transport isothermes) subi par les collecteurs lors du transport du site de captage jusqu'à l'usine sur la survie des pétoncles. A) pour le suivi après six jours d'immersion des paniers d'élevage dans la lagune et B) pour le suivi après un mois d'immersion des paniers d'élevage dans la lagune en 2007	19
Tableau 5. Résultats de l'analyse de variance (ANOVA) testant l'effet du temps d'émersion des paniers d'élevage avant la mise à l'eau en lagune (une heure et trois heures) et du traitement (collecteurs à sec dans les bacs de transport isothermes ; collecteurs arrosés dans les bacs de transport isothermes ; contenu des collecteurs immergé dans les bacs de transport isothermes) subi par les collecteurs lors du transport du site de captage jusqu'à l'usine sur la survie des pétoncles. A) pour le suivi après sept jours d'immersion des paniers d'élevage dans la lagune et B) pour le suivi après un mois d'immersion des dans la lagune en 2007.....	21
Tableau 6. Résultats des analyses de variance (ANOVA) testant l'effet de l'émersion des paniers d'élevage avant leur transport en lagune sur la survie des pétoncles dans ces collecteurs en 2007 pour chaque traitement pris séparément. A) pour le suivi après sept jours d'immersion des paniers d'élevage dans la lagune et B) pour le suivi après un mois d'immersion des paniers d'élevage dans la lagune. Pour chaque comparaison le degré de liberté est égal à 1 et à 4.....	22

Tableau 7. Résultats de l'analyse de variance (ANOVA) testant l'effet du temps d'émersion des paniers d'élevage avant la mise à l'eau en lagune (1 heure et 3 heures) et du traitement (1=collecteurs à sec dans les bacs de transport isothermes ; 2=collecteurs arrosés dans les bacs de transport isothermes ; 3=contenu des collecteurs immergé dans les bacs de transport isothermes) subi par les collecteurs lors du transport du site de captage jusqu'à l'usine sur la survie des pétoncles. A) pour le suivi après sept jours d'immersion des paniers d'élevage dans la lagune et B) pour le suivi après un mois d'immersion des paniers d'élevage dans la lagune en 2007.....24

Tableau 8. Résultats des analyses de variance (ANOVA) testant l'effet de l'émersion des paniers d'élevage avant leur immersion en lagune sur la survie des pétoncles en 2007 pour chaque traitement pris séparément pour le suivi après sept jours d'immersion des paniers d'élevage dans la lagune. Pour chaque comparaison, le degré de liberté est égal à 1 et à 4.....24

1.0 MISE EN CONTEXTE

Des opérations de mise en prélevage (nouvelle stratégie) ont été réalisées en juillet, août et septembre 2005 à l'échelle pilote par la compagnie Pétoncles 2000. Des suivis réalisés à trois reprises durant ces opérations ont permis de constater que les taux de récupération (nombre de pétoncles récupérés par rapport au nombre présent sur les collecteurs) et les taux de survie des pétoncles mis en prélevage en lagune étaient variables (Cliche, 2006). Il a été également possible de constater que la manipulation d'un grand nombre de collecteurs et de paniers d'élevage à une période de l'année où les températures de l'air et de l'eau des lagunes sont élevées, provoquaient un stress important pour les pétoncles juvéniles. Lors des essais à l'échelle expérimentale réalisés en 2003 et 2004, nous n'avions pas été confrontés à ces problèmes compte tenu des petits nombres de collecteurs que nous avions à manipuler (Cliche, 2004).

En 2005, les taux de récupération pour les essais du 21 juillet et du 28 juillet avaient été estimés à 56 % et 59 % respectivement alors que pour le 6 septembre, ce taux avait été évalué à 100 % (Cliche, 2006). L'analyse des données provenant du suivi détaillé des opérations de tri à l'usine n'avait pas permis d'identifier à quelle étape des opérations, les pétoncles avaient été perdus. Nous pensons donc que les taux de récupération avaient été sous-estimés parce que l'évaluation initiale des nombres présents sur les collecteurs n'était pas suffisamment fiable (estimé fait à partir de l'analyse de cinq collecteurs). Il était donc pertinent en 2007 de réévaluer à deux reprises les taux de récupération obtenus. L'analyse d'un plus grand nombre de collecteurs permettra d'obtenir un estimé plus fiable des nombres initiaux et cet estimé sera comparé au nombre de pétoncles que la compagnie Culti-mer récupérera sur la filière correspondante.

Pour ce qui est de l'objectif touchant l'amélioration des conditions de manutention, nous avons observé en 2005 que la condition des pétoncles était affectée dès l'arrivée des collecteurs à l'usine. Pour certains lots récupérés lors de journées particulièrement chaudes, les pétoncles baillaient à leur arrivée à l'usine et le manteau était rétracté, signe

d'un stress élevé des pétoncles. Pétoncles 2000 avait ajusté sa stratégie de récupération des collecteurs pour réduire ce stress. Les collecteurs étaient donc récupérés avant le levée du jour pour profiter de températures plus fraîches. Lorsque les températures minimales restaient élevées durant la nuit, on évitait autant que possible de récupérer des collecteurs. La manipulation des pétoncles en usine (nettoyage, tri, mise en panier, transport et immersion des paniers d'élevage en lagune) constituait d'autres éléments de stress imposés au naissain. Ces stress étaient également amplifiés par la température de l'eau des viviers qui dépassaient souvent les 20 °C. Là encore, Pétoncles 2000 a minimisé autant que possible ces stress. Pour les suivis réalisés les 21 juillet et 6 septembre, les taux de survie de 63 % et de 71 % pouvaient être considérés comme très acceptables mais le taux de survie de 37 % observé quatre jours après la mise en panier du 28 juillet indiquait clairement que les pétoncles avaient subi des stress très élevés durant les manipulations (Cliche, 2006).

En 2005, deux types de tests préliminaires avaient été réalisés. En même temps que nous réalisions le troisième suivi des opérations pilotes le 6 septembre, Pétoncles 2000 avait réalisé des essais pour évaluer si en mettant de la glace dans le fond des bacs isothermes servant pour le transport des collecteurs, il était possible de baisser la température à l'intérieur du bac. Deux thermographes de type Hobo avaient été utilisés pour comparer la température de deux bacs de collecteurs, l'un avec de la glace et l'autre sans glace. Les enregistrements de température démontraient que la présence de glace au fond du bac ne permettait pas d'abaisser la température à l'intérieur du bac. En fait, les températures enregistrées dans les deux bacs correspondaient en gros aux températures de l'air au moment où les collecteurs avaient été récupérés. On pouvait donc supposer que la masse de collecteurs mis dans le bac était suffisamment compacte pour isoler la glace placée au fond du bac. On a en effet observé, à l'arrivée à l'usine, que la glace n'avait presque pas fondu (Bourgeois M. et Hébert D., Pétoncle 2000, comm. pers.).

Nous avons également réalisé, lors de ce troisième suivi, des essais préliminaires visant à évaluer différents traitements des collecteurs et des paniers d'élevage durant les temps d'attente avant l'immersion des pétoncles en lagune. Ces traitements étaient : i)

collecteurs et paniers d'élevage gardés immergés dans les viviers durant les périodes d'attente; ii) collecteurs immergés et paniers d'élevage non immergés; iii) collecteurs non immergés et paniers d'élevage immergés et iv) collecteurs non immergés et paniers d'élevage non immergés. Il faut préciser que dans le cadre des opérations commerciales, la récupération et le transport des collecteurs entre les sites de collecte, situés au large des Îles, et l'usine où ils sont traités, peut représenter un temps d'émersion de cinq heures alors que pour les pétoncles en paniers d'élevage, le temps d'attente représente une période d'émersion d'environ 1 heure avant la remise à l'eau des paniers d'élevage en lagune. Pour nos essais, les collecteurs avaient donc été émergés pendant cinq heures et les paniers d'élevage pendant une heure.

Les résultats préliminaires indiquaient que si les collecteurs n'étaient pas immergés à leur arrivée à l'usine, il y avait une tendance à obtenir des taux de survie plus faibles que lorsqu'on les immergeait en viviers avant de les traiter. Ces résultats n'étaient pas vraiment surprenants compte tenu de la durée d'émersion des collecteurs. Par contre, l'immersion des paniers d'élevage en vivier avant leur transport vers la lagune, ne semblait pas avoir eu un impact sur les taux de survie obtenus trois à quatre jours après la mise à l'eau des paniers d'élevage en lagune (Cliche, 2006).

En 2007, le projet avait comme objectifs principaux : i) de faire à deux reprises, au cours des opérations de mise en préélevage de Culti-mer, une évaluation plus précise des nombres de pétoncles présents sur les collecteurs et des taux de récupération obtenus par l'entreprise durant les opérations commerciales de nettoyage et de tri des collecteurs et ii) d'évaluer deux approches qui pourraient permettre de réduire le stress de manutention des pétoncles entre le moment de l'émersion des collecteurs sur les sites de collecte et le moment de la mise à l'eau des paniers d'élevage en lagune. L'approche 1 consistait à réduire la température à l'intérieur des bacs isothermes servant pour le transport des collecteurs soit en arrosant aux quinze minutes les collecteurs durant le transport ou soit en immergeant le contenu des collecteurs dans les bacs après le nettoyage de ces derniers directement sur le bateau. L'approche 2 consistait à vérifier si les conditions de stockage

des collecteurs et des paniers d'élevage entre l'arrivée des collecteurs à l'usine et l'immersion en lagune affectait la survie des pétoncles après l'immersion en lagune. Les deux approches ont été évaluées en août et en octobre afin de comparer les résultats obtenus dans les conditions plus stressantes du mois d'août (températures plus élevées) avec ceux obtenus en octobre alors que les températures sont plus froides et moins stressantes pour les pétoncles.

2.0 MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 Validation des taux de récupération obtenus avec la nouvelle stratégie

À deux reprises au cours des opérations de mise en pré-élevage de Culti-mer (le 28 août et le 19 octobre), seize collecteurs ont été récupérés sur une filière ramenée à l'usine par l'entreprise. Les collecteurs provenaient de quatre lignes formées de quatre doublets (quatre niveaux en août) (figure 1) et de cinq doublets (cinq niveaux en octobre). Pour chaque ligne, un des collecteurs des quatre premiers doublets était récolté à partir de la surface (quatre collecteurs par ligne x quatre lignes choisies au hasard = seize collecteurs). Une filière de collecte compte un total de 160 collecteurs pour chaque niveau. Les filières avec 4 niveaux supportent donc 640 collecteurs et celles avec 5 niveaux, 960 collecteurs. Les collecteurs ont été nettoyés individuellement et le contenu a été placé dans l'alcool 85 % jusqu'à l'analyse. Pour chaque collecteur, les pétoncles vivants et morts ont été dénombrés et trente pétoncles par collecteur ont été mesurés. De son côté, l'entreprise Culti-mer a fait l'évaluation du nombre de pétoncles récupérés pour les filières sur lesquelles nous avons prélevé les collecteurs. Les taux de récupération ont donc pu être évalués à partir de ces données.

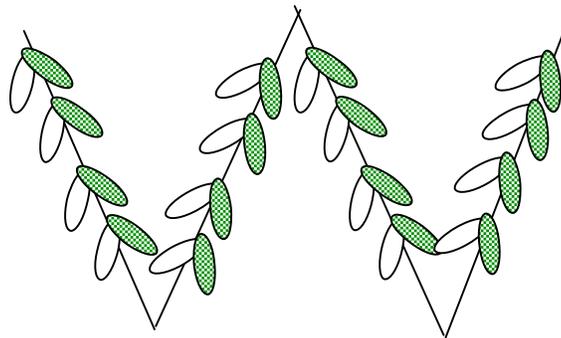


Figure 1. Schéma de la moitié d'une des dix sections formant une filière de collecte de la compagnie Culti-mer (Coll. au total/filière=640)

2.2 Amélioration des conditions de manutention

2.2.1 Approche 1

La température à l'intérieur des bacs isothermes, servant pour le transport des collecteurs, a été réduite en arrosant régulièrement les collecteurs avec de l'eau de mer durant le transport ou en immergeant le contenu des collecteurs nettoyés sur le bateau, dans des bacs. Le contenu de trois collecteurs était placé dans un sac de collecteur (maille de 2 mm) et ces sacs étaient placés sur des grilles superposées et installées dans les bacs isothermes (figure 2)

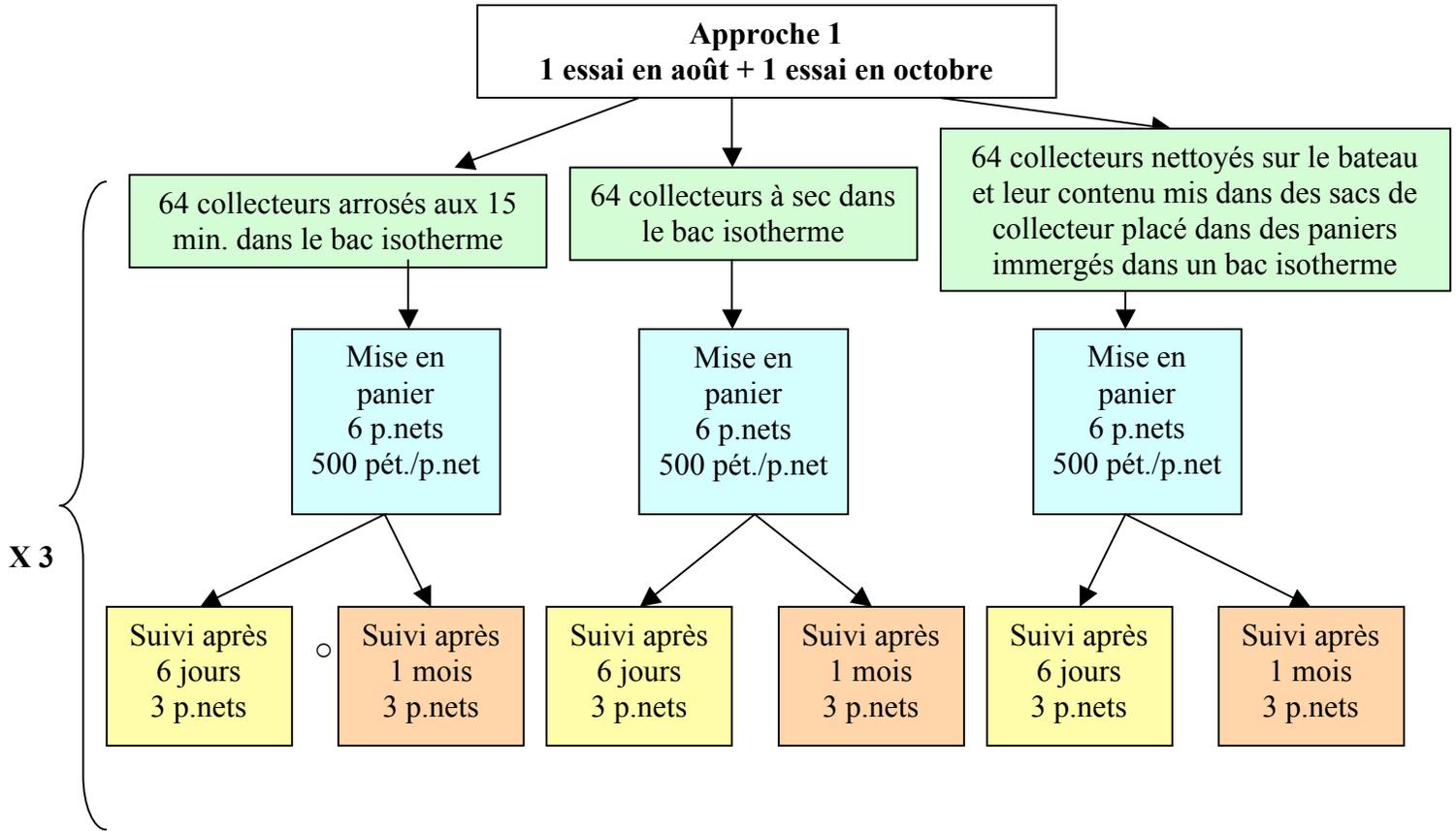


Figure 2. Approche 1. Réduction de la température à l'intérieur des bacs isothermes servant pour le transport des collecteurs.

Ces grilles placées dans les bacs isothermes isolaient les collecteurs des débris qui auraient pu se décrocher des collecteurs et s'accumuler au fond du bac. L'intérieur du bac était refroidi avec de l'eau de mer avant d'empiler les collecteurs.

Des suivis ont été réalisés à deux périodes différentes durant les opérations de récupération des collecteurs soit le 29 août et le 3 octobre afin d'évaluer la survie des pétoncles transportés selon trois traitements. Ces trois traitements étaient: i) soixante-quatre collecteurs ont été nettoyés dans la « shakeuse » sur le bateau et le contenu des collecteurs a été placé dans des sacs de collecteurs déposés sur des étages de grille et maintenus immergés dans des bacs isothermes; ii) après avoir préalablement refroidit les bacs isothermes avec un jet d'eau, soixante-quatre collecteurs ont été placés dans ces bacs et ont été arrosés aux quinze minutes; iii) après avoir préalablement refroidi les bacs isothermes et les collecteurs avec un jet d'eau, les collecteurs ont été placés à sec dans des bacs isothermes.

Des thermographes de type HOBO ont accompagné les pétoncles durant les opérations de transport, de tri, de mise en panier, de stockage en vivier et de l'immersion des paniers d'élevage en lagune. Six thermographes ont été placés dans trois bacs (un bac avec collecteurs arrosés, un bac avec collecteurs à sec et un autre bac avec le contenu des collecteurs immergé) et ce, à deux profondeurs soit un près de la surface et l'autre près du fond. Un septième thermographe a servi à enregistrer en continu la température de l'air sur le bateau et en usine. Un huitième thermographe a enregistré la température de l'eau de la chaîne de tri et des viviers. Un neuvième thermographe a été immergé en lagune en même temps que les paniers d'élevage contenant les pétoncles. Le dixième thermographe avait été placé dans un bassin dans la salle des bassins du CeMIM. Dans le cadre d'un autre projet, deux autres thermographes ont été installés sur le site du Pearl Reef à deux profondeurs soit à deux et huit mètres du fond.

À leur arrivée à l'usine, les bacs, utilisés pour le transport des collecteurs, ont servi de vivier en les branchant au circuit d'eau. Les trois bacs de chacun des trois traitements ont été traités séparément pour être en mesure d'obtenir les taux de récupération de pétoncles

pour chacun des réplicats des trois traitements. Suite au tri des pétoncles provenant de chacun des réplicats de chaque traitement, six paniers d'élevage de 500 pétoncles par paniers d'élevage ont été préparés, identifiés et distribués au hasard sur une filière expérimentale immergée en lagune. Les paniers d'élevage ont été gardés en vivier jusqu'au moment de leur transport vers les sites de grossissement en lagune.

Six jours après l'immersion des paniers d'élevage, soit le 4 septembre et le 9 octobre, une première série de trois paniers d'élevage de chaque réplicat par traitement ont été récupérés et analysés. Les pétoncles vivants et morts ont été dénombrés. Un mois après l'immersion des paniers d'élevage dans la lagune, soit le 25 septembre et le 30 octobre, une deuxième série de trois paniers d'élevage de chaque réplicat par traitement ont été récupérés et analysés et les pétoncles vivants et morts ont été dénombrés et trente individus ont été mesurés par traitement. Lorsque des étoiles de mer étaient présentes à l'intérieur des paniers, elles étaient dénombrées et mesurées

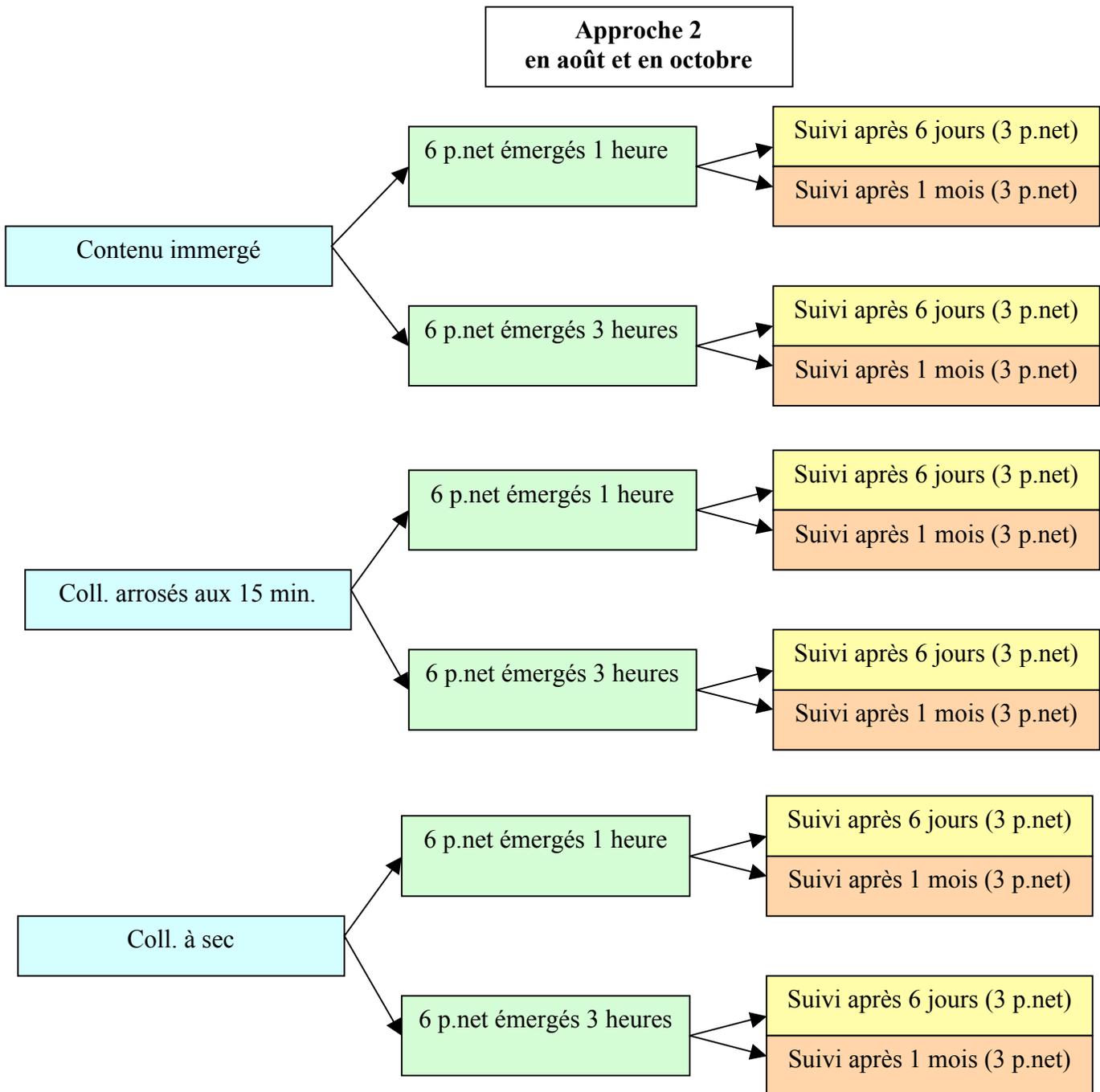


Figure 3. Approche 2. Comparaison de 2 durées d'émergence des paniers d'élevage afin de faire une première caractérisation des paramètres optimaux qui devraient encadrer les opérations commerciales.

2.2.2 Approche 2.

Comme mentionné plus haut, des essais préliminaires ont été réalisés en 2005 afin d'évaluer l'impact des conditions de stockage (en vivier ou à l'air libre) des collecteurs et des paniers d'élevage entre l'arrivée à l'usine et l'immersion des pétoncles en lagune. Les résultats préliminaires obtenus indiquaient que l'immersion des collecteurs après une période d'émergence de cinq heures pouvait améliorer la survie des pétoncles après leur mise en panier.

Les essais de 2007 visaient à valider et préciser les résultats préliminaires obtenus en 2006 en fonction de deux périodes (le 29 août et le 3 octobre) durant les opérations de mise en paniers de Culti-mer. Pour les deux essais, les collecteurs ou le contenu des collecteurs provenant des trois traitements ont été immergés dans un vivier à l'arrivée dans l'usine en attendant le nettoyage et le tri (quelques heures). Après le nettoyage et le tri des collecteurs et du contenu des collecteurs nettoyés sur le bateau, nous avons préparés douze paniers d'élevage de 500 pétoncles à partir du premier des trois bacs de chaque traitement. La moitié des paniers d'élevage ont été émergés pendant une heure et l'autre moitié pendant trois heures avant leur immersion en lagune.

Six jours après l'immersion des paniers d'élevage dans la lagune de Havre-aux-Maisons, soit le 4 septembre et le 9 octobre, une première série de trois paniers d'élevage de chacun des traitements ont été récupérés et analysés. Les pétoncles vivants et morts ont été dénombrés. Un mois après la mise en paniers, soit le 25 septembre et le 30 octobre, une deuxième série de trois paniers d'élevage de chaque traitement ont été récupérés. Les nombres de pétoncles vivants et morts ont été évalués et trente individus ont été mesurés par traitement. Lorsque des étoiles de mer étaient présentes à l'intérieur des paniers, elles étaient dénombrées et mesurées

3.0 RÉSULTATS

3.1 Validation des taux de récupération obtenus avec la nouvelle stratégie

Avec les nombres moyens de pétoncles obtenus à chaque niveau (figure 1), Culti-mer aurait dû récupérer 777120 pétoncles au total (estimation = $(707 \times 160 \text{ collecteurs}) + (685 \times 160) + (638 \times 160) + (741 \times 160)$) sur la filière 148 (quatre niveaux) le 28 août 2007, et 236800 pétoncles au total (estimation = $(247 \times 160 \text{ collecteurs}) + (414 \times 160) + (240 \times 160) + (283 \times 160) + (296 \times 160)$) sur la filière 92 (cinq niveaux) le 19 octobre 2007 (Tableau 1). Culti-mer a récupéré en réalité 256 101 pétoncles (24 5015 pétoncles récupérés à l'usine + 11 086 dans les 16 collecteurs utilisés pour l'estimation) pétoncles sur la filière récupérée le 28 août 2007 soit 33 % du nombre estimé à partir des 16 collecteurs. Sur la filière récupérée le 19 décembre, 120 128 pétoncles ont été récupérés soit 51 % du nombre estimé.

Tableau 1. Nombre moyen de pétoncles récupérés par collecteur (Nombre \pm s.e; n=4) selon le niveau sur la filière

Date de récupération	Niveau 1 (le plus près de la surface)	Niveau 2	Niveau 3	Niveau 4	Taux de Culti-mer
28 août 2007	707 \pm 85	685 \pm 52	638 \pm 38	741 \pm 39	33 %
19 octobre 2007	247 \pm 61	414 \pm 72	240 \pm 62	283 \pm 53	51 %

3.2 Amélioration des conditions de manutention

3.2.1 Approche 1 – Essai 1

Pour l'essai 1 réalisé le 29 août 2007, il y a une interaction significative entre le traitement et le temps d'immersion des structures (0 heure et 12 heures) avant d'être transportées en lagune et ce, pour les deux suivis (six jours et un mois après l'immersion des paniers d'élevage en lagune). Il y a une différence significative entre les deux durées (0 heure et 12 heures) d'immersion des structures avant leur transport en lagune et ce, pour les deux suivis (tableau 2 A et B).

Tableau 2. Résultats de l'analyse de variance (ANOVA) testant l'effet du temps d'immersion des paniers d'élevage dans un vivier avant leur immersion en lagune (0 heure ou 12 heures) et du traitement (collecteurs à sec dans les bacs de transport isothermes ; collecteurs arrosés dans les bacs de transport isothermes ; contenu des collecteurs immergé dans les bacs de transport isothermes) subi par les collecteurs lors du transport du site de captage jusqu'à l'usine sur la survie des pétoncles. A) pour le suivi après six jours d'immersion des paniers d'élevage dans la lagune et B) pour le suivi après un mois d'immersion des paniers d'élevage dans la lagune en 2007.

A)

Source de variation	Degré de liberté	F	<i>p</i>
Traitement	2	0,47	0,631
Immersion	1	147,41	0,000
Immersion*Traitement	2	45,46	0,000
Erreur	21		

B)

Source de variation	Degré de liberté	F	<i>p</i>
Traitement	2	0,31	0,738
Immersion	1	155,04	0,000
Immersion*Traitement	2	56,46	0,000
Erreur	21		

Comme il y a une interaction significative entre le traitement et le temps d'immersion des structures avant leur mise à l'eau en lagune, l'effet de l'immersion a été testé pour chaque traitement pris séparément (tableau 3 A et B).

Tableau 3. Résultats des analyses de variance (ANOVA) testant l'effet de l'immersion des collecteurs ou du contenu des collecteurs nettoyés sur le bateau avant leur nettoyage à l'usine sur la survie des pétoncles pour chaque traitement pris séparément. A) pour le suivi après six jours d'immersion des paniers d'élevage dans la lagune et B) pour le suivi après un mois d'immersion des paniers d'élevage dans la lagune en 2007. Pour chaque comparaison, le degré de liberté est égal à 1 et à 7.

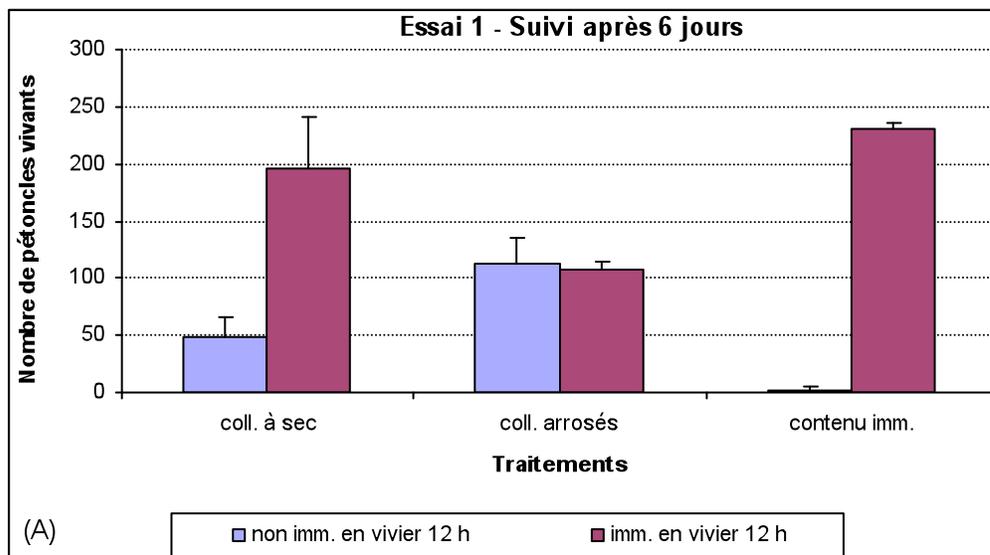
A)

Traitement	F	p
Collecteurs à sec	29,69	0,001
Collecteurs arrosés aux 15 minutes	0,16	0,702
Contenu des collecteurs immergé	7817,88	0,000

B)

Traitement	F	p
Collecteurs à sec	99,57	0,000
Collecteurs arrosés aux 15 minutes	0,75	0,416
Contenu des collecteurs immergé	304,09	0,000

La survie est meilleure lorsque les paniers d'élevage sont immergés douze heures dans un vivier avant d'être mis en lagune pour les traitements 1) collecteurs transportés à sec et pour 2) collecteurs nettoyés sur le bateau et le contenu est gardé immergé dans des bassins et ce, six jours et un mois après la mise à l'eau dans la lagune (tableau 3 A et B; figure 4 A et B).



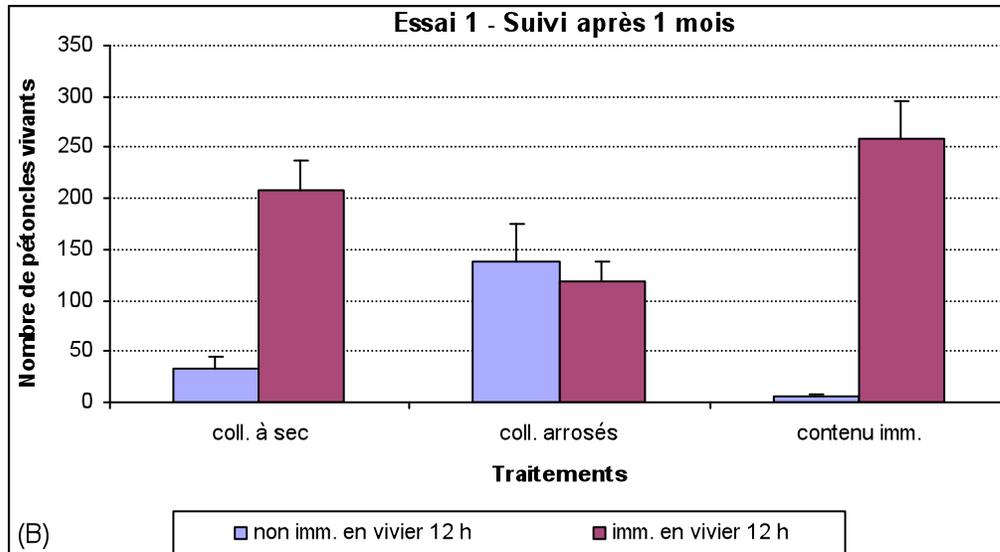


Figure 4. Survie des pétoncles ayant subi différents traitements six jours (A) et un mois (B) après l’immersion des paniers dans la lagune (nombre initial = 500 pétoncles/panier). Une partie des paniers ont été immergés 12 heures en vivier avant leur immersion dans la lagune le 29 août 2007.

3.2.2 Approche 1 – Essai 2

Pour l’essai 2 réalisé le 3 octobre 2007, il y a une différence significative entre les traitements subis par les pétoncles lors du transport entre le site de captage et l’usine et ce, pour le premier suivi réalisé six jours après l’immersion des structures en lagune (tableau 4 A et B).

Tableau 4. Résultats de l’analyse de variance (ANOVA) testant l’effet du traitement (collecteurs à sec dans les bacs de transport isothermes ; collecteurs arrosés dans les bacs de transport isothermes ; contenu des collecteurs immergés dans les bacs de transport isothermes) subi par les collecteurs lors du transport du site de captage jusqu’à l’usine sur la survie des pétoncles. A) pour le suivi après six jours d’immersion des paniers d’élevage dans la lagune et B) pour le suivi après un mois d’immersion des paniers d’élevage dans la lagune en 2007

A)			
Source de variation	Degré de liberté	F	<i>p</i>
Traitement	2	7,88	0,002
Erreur	24		

B)			
Source de variation	Degré de liberté	F	<i>p</i>
Traitement	2	1,65	0,218
Erreur	19		

La survie des pétoncles a été meilleure avec les traitements « collecteurs arrosés aux quinze minutes » et « collecteurs gardés à sec » dans les bacs isothermes de transport. Elle était cependant significativement moins bonne pour les pétoncles qui avaient été détachés des collecteurs à bord du bateau au suivi après six jours (figure 5A). Au deuxième essai, la survie était significativement la même pour les trois traitements (figure 5B)

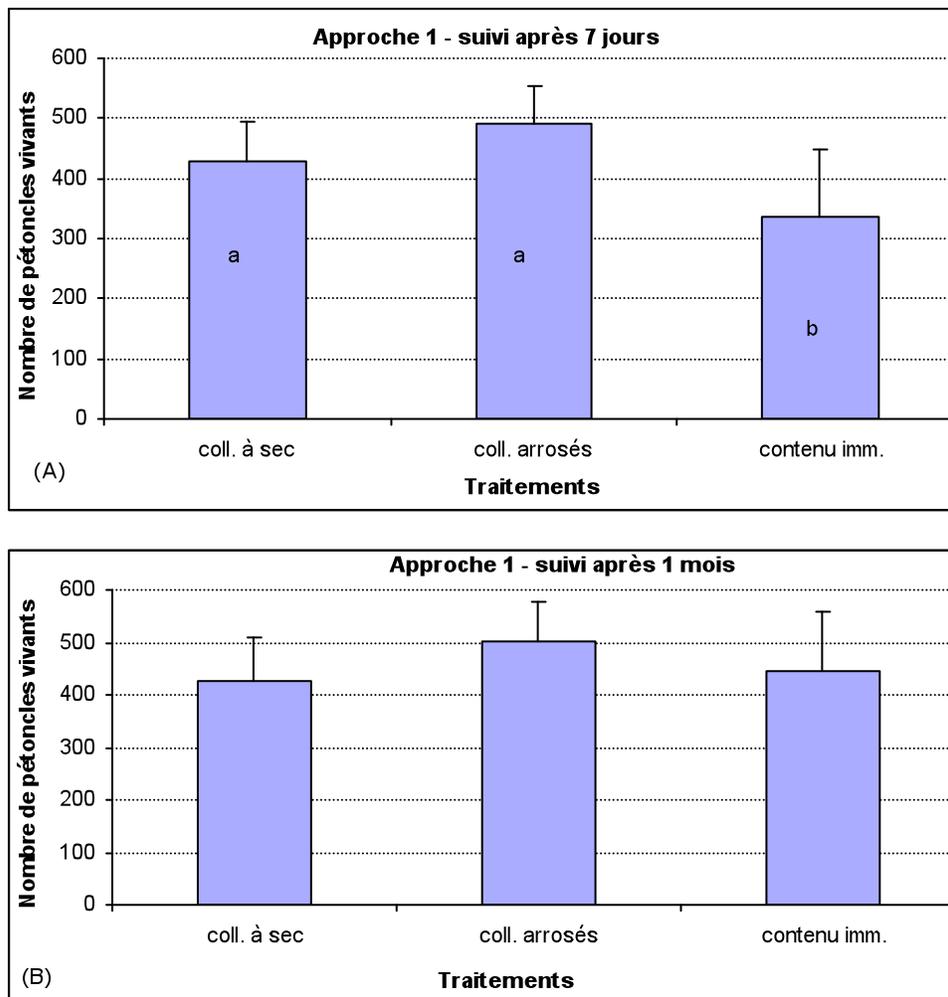


Figure 5. Survie des pétoncles ayant subi différents traitements six jours (A) et un mois (B) après l'immersion des paniers dans la lagune (nombre initial= 500 pétoncles/panier). Les paniers ont été immergés douze heures en vivier avant leur immersion dans la lagune le 3 octobre 2007.

3.2.3 Approche 2 – Essai 1

Il y a une interaction significative entre le traitement et le temps d'émersion des structures avant d'être transportées en lagune et ce, pour le suivi un mois après l'immersion des paniers d'élevage en lagune. Il y a une différence significative entre les traitements et le temps d'immersion des structures avant leur mise à l'eau en lagune (tableau 5 A et B).

Tableau 5. Résultats de l'analyse de variance (ANOVA) testant l'effet du temps d'émersion des paniers d'élevage avant la mise à l'eau en lagune (une heure et trois heures) et du traitement (collecteurs à sec dans les bacs de transport isothermes ; collecteurs arrosés dans les bacs de transport isothermes ; contenu des collecteurs immergé dans les bacs de transport isothermes) subi par les collecteurs lors du transport du site de captage jusqu'à l'usine sur la survie des pétoncles. A) pour le suivi après sept jours d'immersion des paniers d'élevage dans la lagune et B) pour le suivi après un mois d'immersion des dans la lagune en 2007

A)

Source de variation	Degré de liberté	F	<i>p</i>
Traitement	2	84,78	0,000
Émersion	1	11,79	0,005
Émersion*Traitement	2	2,68	0,109
Erreur	12		

B)

Source de variation	Degré de liberté	F	<i>p</i>
Traitement	2	40,52	0,000
Émersion	1	12,97	0,004
Émersion*Traitement	2	4,78	0,032
Erreur	12		

Puisqu'il y a une interaction significative entre le traitement et le temps d'émersion des structures avant leur mise à l'eau en lagune, une analyse de variance à un facteur a été faite afin de comparer la survie des pétoncles avec le temps d'émersion des structures pour chaque traitement pris séparément (tableau 6 A et B).

Tableau 6. Résultats des analyses de variance (ANOVA) testant l'effet de l'émersion des paniers d'élevage avant leur transport en lagune sur la survie des pétoncles dans ces collecteurs en 2007 pour chaque traitement pris séparément. A) pour le suivi après sept jours d'immersion des paniers d'élevage dans la lagune et B) pour le suivi après un mois d'immersion des paniers d'élevage dans la lagune. Pour chaque comparaison le degré de liberté est égal à 1 et à 4.

A)

Traitement	F	<i>p</i>
Collecteurs à sec	40,45	0,003
Collecteurs arrosés aux 15 minutes	3,21	0,147
Contenu des collecteurs immergé	4,000	0,116

B)

Traitement	F	<i>p</i>
Collecteurs à sec	1,74	0,279
Collecteurs arrosés aux 15 minutes	18,49	0,013
Contenu des collecteurs immergé	1,00	0,374

Sept jours après l'immersion des paniers d'élevage dans la lagune, la meilleure survie a été obtenue dans les paniers émergés une heure et trois heures pour le traitement « collecteurs arrosés aux quinze minutes » (figure 6A et tableau 6A). Pour le traitement « collecteurs à sec », la survie a été significativement meilleure dans les paniers émergés une heure (figure 6A et tableau 6A). Un mois après l'immersion des paniers d'élevage dans la lagune, la survie a été significativement plus élevée dans les paniers émergés une heure pour le traitement « collecteurs arrosés aux quinze minutes » (figure 6B et tableau 6B). Pour le traitement « collecteurs à sec », la survie des pétoncles est plus faible qu'avec le traitement « collecteurs arrosés aux quinze minutes » et significativement pareille pour une heure comme pour trois heures d'émersion des structures (figure 6B et tableau 6B). Pour le traitement « contenu des collecteurs immergé pendant le transport du site de captage vers l'usine », la survie des pétoncles est très faible autant pour une heure que pour trois heures d'émersion des structures et ce, pour les deux suivis (figure 6 et tableau 6).

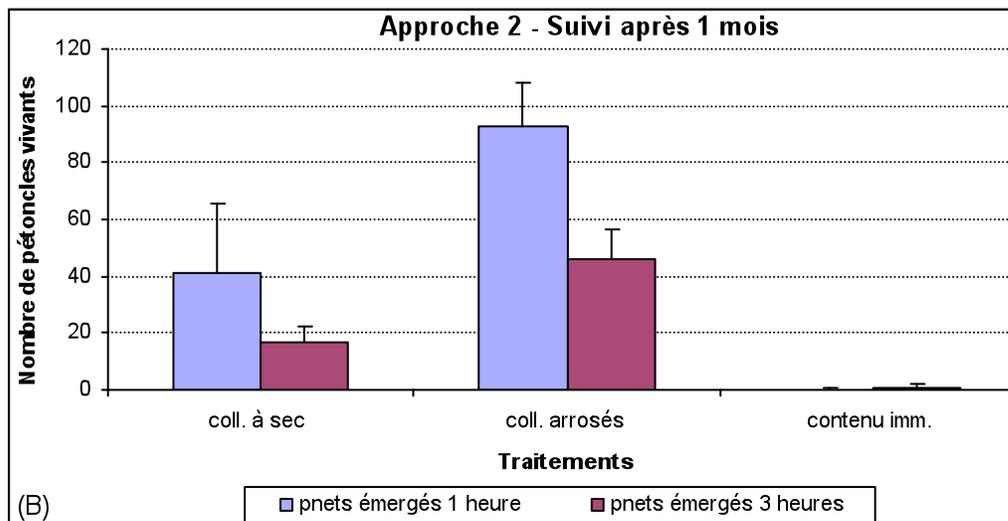
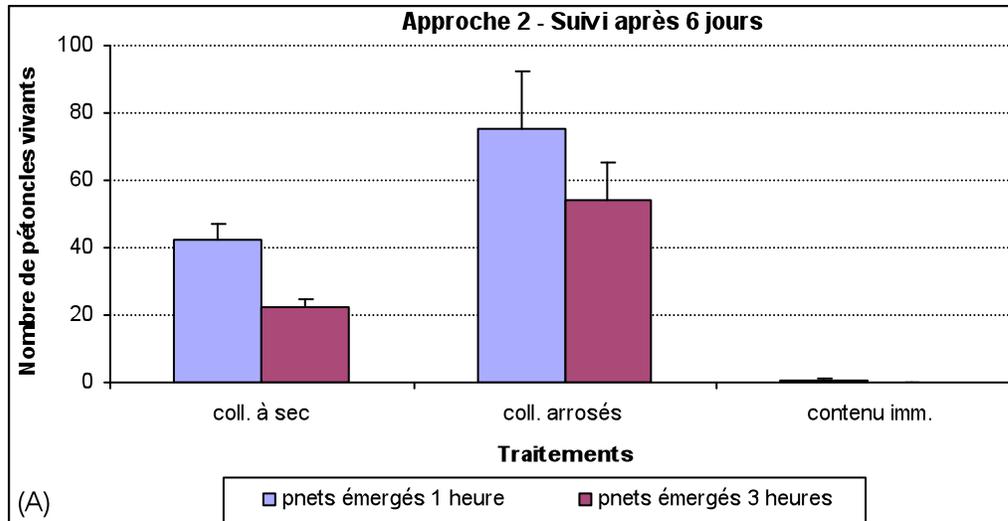


Figure 6. Survie des pétoncles six jours (A) et un mois (B) après l’immersion des paniers dans la lagune (nombre initial = 500 pétoncles/panier). Une partie des paniers ont été émergés une heure et l’autre partie trois heures avant leur immersion dans la lagune le 29 août 2007.

3.2.4 Approche 2 – Essai 2

Il y a une interaction significative entre le traitement et le temps d’immersion des paniers d’élevage avant leur transport dans la lagune et ce, seulement pour le suivi après sept jours d’immersion des paniers d’élevage dans la lagune (tableau 7 A). Il n’y a pas de différence significative entre les traitements et le temps d’immersion des paniers d’élevage au suivi après un mois d’immersion des structures dans la lagune (tableau 7 B).

Tableau 7. Résultats de l'analyse de variance (ANOVA) testant l'effet du temps d'émersion des paniers d'élevage avant la mise à l'eau en lagune (1 heure et 3 heures) et du traitement (1=collecteurs à sec dans les bacs de transport isothermes ; 2=collecteurs arrosés dans les bacs de transport isothermes ; 3=contenu des collecteurs immergé dans les bacs de transport isothermes) subi par les collecteurs lors du transport du site de captage jusqu'à l'usine sur la survie des pétoncles. A) pour le suivi après sept jours d'immersion des paniers d'élevage dans la lagune et B) pour le suivi après un mois d'immersion des paniers d'élevage dans la lagune en 2007

A)

Source de variation	Degré de liberté	F	<i>p</i>
Traitement	2	0,406	0,676
Émersion	1	31,68	0,000
Émersion*Traitement	2	5,01	0,028
Erreur	11		

B)

Source de variation	Degré de liberté	F	<i>p</i>
Traitement	2	1,30	0,312
Émersion	1	0,97	0,347
Émersion*Traitement	2	0,53	0,602
Erreur	11		

Pour le suivi après sept jours, il n'y a pas de différence significative entre les traitements mais puisqu'il y a une interaction significative entre le traitement et le temps d'émersion des paniers d'élevage, une analyse de variance à un facteur a été faite afin de comparer la survie des pétoncles avec le traitement subi par les pétoncles durant leur transport du site de captage à l'usine (tableau 8).

Tableau 8. Résultats des analyses de variance (ANOVA) testant l'effet de l'émersion des paniers d'élevage avant leur immersion en lagune sur la survie des pétoncles en 2007 pour chaque traitement pris séparément pour le suivi après sept jours d'immersion des paniers d'élevage dans la lagune. Pour chaque comparaison, le degré de liberté est égal à 1 et à 4.

Traitement	F	<i>p</i>
Collecteurs à sec	0,35	0,588
Collecteurs arrosés aux 15 minutes	62,13	0,004
Contenu des collecteurs immergé	34,51	0,004

La survie a été significativement meilleure dans les paniers émergés une heure comparativement aux paniers émergés trois heures pour les traitements « collecteurs

arrosés aux 15 minutes » et « contenu des collecteurs immergé ». Nous avons obtenu un très bon taux de survie et ce, dans tous les traitements (figure 7).

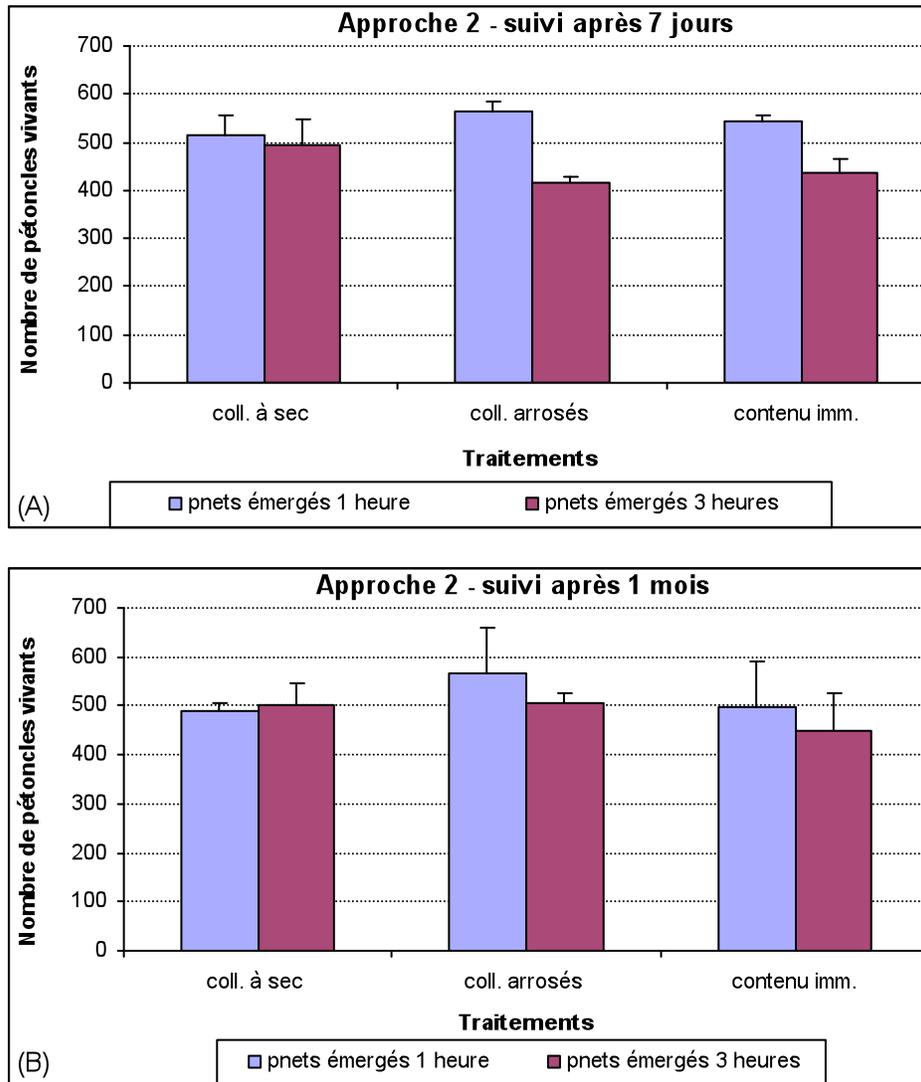


Figure 7. Survie des pétoncles sept jours (A) et un mois (B) après l'immersion des paniers dans la lagune (nombre initial = 500 pétoncles/panier). Une partie des paniers ont été émergés une heure et l'autre partie trois heures avant leur transport dans la lagune. Les paniers ont tous été immergés douze heures en vivier avant leur immersion dans la lagune le 3 octobre 2007.

3.3 Suivi de température

Au premier essai, le 29 août 2007, nous avons observé une montée de la température sur le pont du bateau (jusqu'à 37 °C) (figure 8). À partir de 11:30, les bacs isothermes ont été transférés dans l'usine de Culti-mer sauf le bac 1 du traitement « collecteurs à sec » dans

les bacs isothermes. Nous avons observé un pic de température de 25 °C en surface pour ce bac vers 12:15 (figure 8).

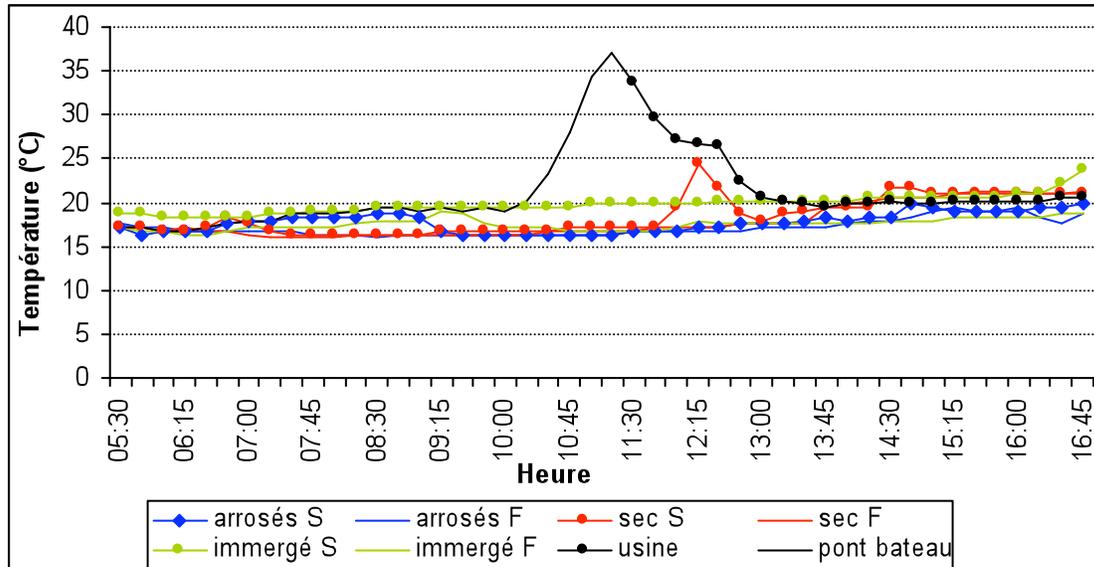


Figure 8. Température (°C) à l'intérieur des bacs traités (S = à la surface du bac et F = au fond du bac) et sur le pont du bateau le 29 août 2007 lors du premier essai.

Au deuxième essai, le 3 octobre 2007, nous avons observé des pics de température supérieurs à 20°C à la surface dans les bacs isothermes du traitement « collecteurs arrosés aux quinze minutes » (entre 10 :45 et 11 :45) et du traitement « collecteurs à sec » (entre 12 :00 et 12 :30) (figure 9). À partir de 12 :30, les bacs ont été transférés à l'usine de Culti-mer.

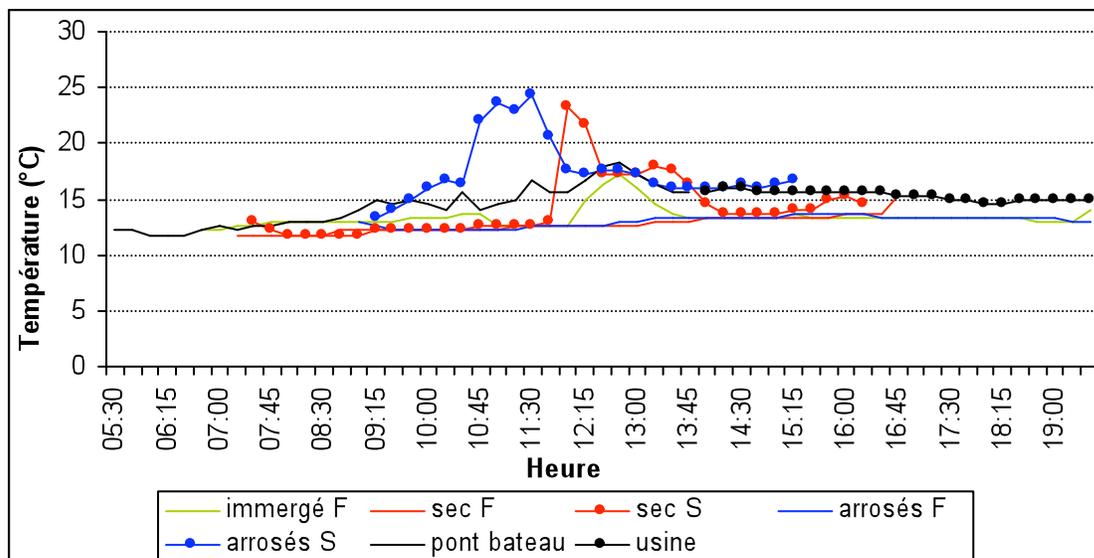


Figure 9. Température (°C) à l'intérieur des bacs traités (S = à la surface du bac et F = au fond du bac) et sur le pont du bateau le 3 octobre 2007 lors du deuxième essai.

Dans la lagune de Havre-aux-Maisons, la température de l'eau était de 20 °C lors de l'immersion des paniers d'élevage au premier essai du 29 août 2007. Au suivi du 29 septembre, la température était de 13 °C. Lors de la mise à l'eau des paniers d'élevage au deuxième essai, le 3 octobre, la température de l'eau était de 12 °C et au suivi du 3 novembre, elle était descendue à 7 °C.

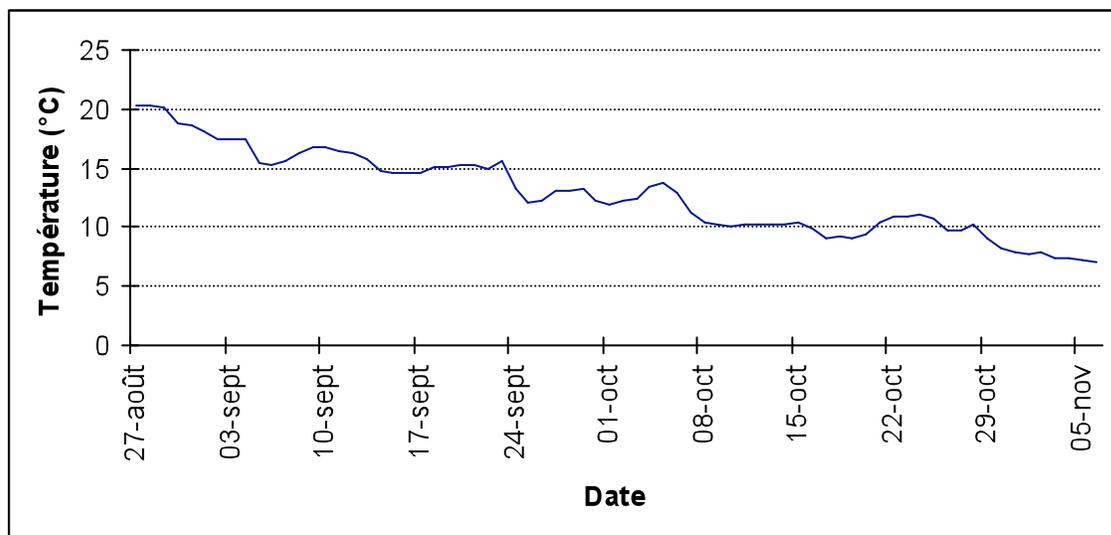


Figure 10. Température (°C) dans la lagune de Havre-aux-Maisons du mois d'août au mois d'octobre 2007.

4.0 DISCUSSION

4.1 Validation des taux de récupération obtenus avec la nouvelle stratégie

Si on compare, le taux de 33 % obtenu le 28 août 2007 avec ceux obtenus les 21 juillet, 28 juillet et 6 septembre 2005 qui étaient respectivement de 56 %, 59 % et 100 %, on constate que les pertes de pétoncles ont été nettement plus importantes en 2007. En 2007 la fiabilité des estimés des nombres initiaux de pétoncles par collecteur ne peut être mise en cause compte tenu du fait que 16 collecteurs ont été échantillonnés sur chaque filière et qu'ils provenaient des différentes profondeurs auxquelles les collecteurs sont immergés.

La taille des pétoncles lors du nettoyage et du tri est un paramètre qui peut affecter le taux de récupération des pétoncles. Des pétoncles de plus petite taille sont plus difficiles à récupérer lors du tri et peuvent être plus facilement perdus lors du passage dans la trieuse.

Les tailles moyennes des pétoncles récoltés sur les collecteurs pour ces deux années ne peuvent expliquer ces différences entre les taux de récupération puisque les pétoncles étaient plus gros (9 mm) lors du suivi du 29 août de 2007 que lors des trois suivis de 2005 (entre 4,2 et 5,8 mm).

En 2007, l'objectif des suivis était de vérifier si les nombres de pétoncles par collecteur estimés en 2005 à partir de 5 collecteurs n'avaient pas été surestimés puisque nous n'avions pas pu identifier où les pertes de pétoncles se produisaient dans la chaîne de production. En 2007, la chaîne de production n'a pas été analysée en détail et il n'est donc pas possible de savoir où se sont produites les pertes de pétoncles.

Il faut préciser qu'en 2007, la compagnie Culti-mer inaugurait de nouvelles installations et que la chaîne de travail pour le nettoyage des collecteurs et le tri n'a pas pu être pleinement optimisé. Il semble donc que ce facteur peut avoir été à l'origine des faibles taux de récupération observés. Il faut aussi préciser que les ajustements de la trieuse étaient rendus particulièrement difficiles à cause de l'abondance des hiatelles et plus particulièrement des coquilles de hiatelles mortes.

4.2 Amélioration des conditions de manutention

L'approche 1 consistait à réduire la température à l'intérieur des bacs isothermes servant pour le transport des collecteurs soit en arrosant aux quinze minutes les collecteurs durant le transport, soit en immergeant le contenu des collecteurs dans les bacs après le nettoyage de ces derniers directement sur le bateau.

Au premier essai (29 août 2007), nous avons observé que lorsque les paniers d'élevage étaient gardés en vivier 12 heures avant d'être transportés dans la lagune de Havre-aux-Maisons, le taux de survie des pétoncles était amélioré de beaucoup pour le traitement « collecteurs gardés à sec », le taux passant de 10 % à 40 % et pour le traitement « contenu des collecteurs immergés », le taux passant de 1 % à 50 %. Pour le mois d'août la meilleure stratégie a été de nettoyer les collecteurs à bord du bateau et de garder le contenu immergé dans des bacs de transport du site de captage jusqu'à l'usine. Après la mise en panier à l'usine, les structures ont été gardées douze heures en vivier avant leur mise à l'eau en lagune.

Ces résultats sont très surprenants car le taux de survie des pétoncles du traitement « contenu des collecteurs immergés » sans l'immersion de douze heures était négligeable (1 %). Il faut noter que les pétoncles qui n'ont pas été immergés douze heures en vivier ont quand même été maintenus immergés jusqu'à leur mise à l'eau en lagune. La seule différence au niveau de ces 2 conditions de stockage provient du fait que les pétoncles qui n'ont pas été en vivier ont été transportés pendant environ une heure dans des bacs où l'eau n'était pas renouvelée. Il semble donc que ce stress a été suffisant pour augmenter les taux de mortalité principalement pour les traitements « contenu immergé » et « collecteurs à sec ».

Le seul fait d'avoir permis aux pétoncles de récupérer douze heures en vivier, au lieu de les transférer immédiatement en lagune dans des bacs où l'eau n'était pas recirculée semble avoir été le facteur qui a fait passer le taux de survie de 1 % à 50 %. Cependant il faut dire que ces pétoncles avaient déjà passé un certain temps hors de l'eau (près d'une heure pour certain lot) avant et après le nettoyage des collecteurs sur le bateau et qu'ils devaient être très affaiblis.

Les essais de 2007 ont également permis à l'entreprise de réaliser que le nettoyage des collecteurs au large et le transport du contenu des collecteurs dans des bacs isothermes

posait des problèmes de logistique importants et l'entreprise n'envisage donc pas d'utiliser cette stratégie. La principale contrainte se situe au niveau des conditions météorologiques qui doivent être très clémentes pour permettre les opérations de nettoyage des collecteurs à bord du bateau. De plus le stockage du contenu des collecteurs exige de garder plusieurs bacs isothermes d'un mètre cube remplis d'eau sur le pont du bateau. Ceci pose un problème important pour la sécurité de l'équipage et du bateau.

Au deuxième essai (3 octobre 2007), tous les paniers d'élevage des trois traitements ont séjourné 12 heures dans le vivier avant leur transport dans la lagune. Les taux de survie ont varié entre 70 % (contenu immergé) et 100 % (collecteurs arrosés aux quinze minutes). On peut supposer que ces taux de survie très supérieurs à ceux du mois d'août sont associés aux températures plus fraîches enregistrées lors des opérations de récupération et de transfert des collecteurs en octobre.

L'approche 2 consistait à vérifier si les conditions de stockage des collecteurs et des paniers d'élevage entre l'arrivée des collecteurs à l'usine et l'immersion en lagune affectait la survie des pétoncles après l'immersion en lagune. Le protocole prévoyait de simuler deux temps de récupération (1 heure et 3 heures) pour les pétoncles avant leur transfert en lagune en immergeant les paniers d'élevage en vivier après les opérations reliés au tri et à la mise en panier qui imposent un stress aux pétoncles juvéniles. Un erreur dans les manipulations a fait que les paniers ont été émergés une heure et trois heures au lieu d'être immergés. C'est donc le stress associé aux durées minimales et maximales d'émergence que les pétoncles peuvent subir lors de leur transfert en lagune dans le cadre des opérations commerciales qui a été simulé. L'émergence des paniers d'élevage une ou trois heures avant de les transporter dans la lagune ajoute un stress additionnel aux pétoncles. Ces stress étaient également amplifiés par la température de l'air et de l'eau des viviers et de la lagune qui se situaient près de 20 °C. Après ces deux durées d'émergence, les pétoncles ont toujours été gardés immergés jusqu'à la mise à l'eau des paniers en lagune pour l'essai du mois d'août. Étant donné que ces pétoncles ont subi exactement les mêmes conditions de manutention et de stockage que les pétoncles de l'approche 1 sans l'immersion en vivier, on peut supposer en comparant les figures 4 et 6

que les taux de survie plus bas obtenus pour l'approche 2 sont reliés aux temps d'émersion d'une heure et de trois heures. Pour les traitements « collecteurs à sec » et « collecteurs arrosés aux quinze minute », la survie des pétoncles était meilleure lorsque les paniers d'élevage étaient émergés une heure comparativement à trois heures. Cependant, la survie des pétoncles au mois d'août n'était pas très élevée, elle était de 4 % et 8 % pour les collecteurs à sec après trois heures ou une heure d'émersion des paniers d'élevage respectivement et de 8 % et 18 % pour les collecteurs arrosés aux quinze minutes après trois heures ou une heure d'émersion.

Pour le traitement « contenu des collecteurs immergé » pendant le transport vers l'usine, la survie des pétoncles est très faible autant pour l'émersion des paniers d'élevage une heure que pour l'émersion de trois heures. Soulignons encore une fois que ces pétoncles avaient déjà passé un certain temps hors de l'eau (près d'une heure pour certain lot) avant et après le nettoyage des collecteurs sur le bateau.

Au deuxième essai (3 octobre 2007), tous les paniers des trois traitements ont séjourné 12 heures dans le vivier avant leur transport dans la lagune. Les taux de survie ont varié entre 84 % (collecteurs arrosés aux quinze minutes, paniers d'élevage émergés trois heures) et 100 % (pour tous les traitements et paniers d'élevage émergés une heure). On note un effet du temps d'émersion sur les taux de survie pour les traitements « collecteurs arrosés » et « contenu immergé ». Le temps d'émersion de trois heures a encore là eu un effet négatif sur la survie des pétoncles.

5.0 CONCLUSION

Les pétoncles récupérés lors de journées particulièrement chaudes, subissent un important stress et leur survie dans la lagune en est affectée. Les paniers d'élevage contenant le naissain doivent donc être immergés le plus tôt possible dans les viviers. Il semble que l'immersion même pour une courte période dans des bacs où l'eau ne circule pas, affecte fortement la survie des pétoncles. Selon les résultats de ces travaux, les taux de survie des pétoncles augmentent sensiblement lorsqu'ils sont gardés en vivier pendant 12 heures avant leur transfert en lagune. Il serait intéressant de vérifier si des périodes d'immersion plus courtes pourraient donner des résultats équivalents. De plus, durant le transport vers

la lagune, les paniers d'élevage doivent être émergés le moins longtemps possible car l'émersion des paniers d'élevage pendant trois heures et même une heure affecte la survie des pétoncles.

6.0 RÉFÉRENCES

Cliche, G. 2004. Conférence Titre de la conférence, RMQ, date, endroit. OU Rapport final pour la SODIM

Cliche, G. 2006. Conférence Titre de la conférence, RMQ, date, endroit. OU Rapport final pour la SODIM