

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

Rapport de recherche-développement

N° 171

Conservation prolongée du homard

Nathalie Moisan
Cathy Cauvier
Francis Coulombe

Conservation prolongée
du homard

Rapport de recherche-
développement n° 171

Nathalie Moisan
Cathy Cauvier
Francis Coulombe

Réalisation

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

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

Pour une version gratuite (fichier pdf) de ce document, visitez notre site Internet à l'adresse suivante :
<http://www.mapaq.gouv.qc.ca/Fr/Peche/md/Publications/> ou écrire à l'adresse de courriel ci-dessus.

ISBN (version imprimée) : 978-2-550-54270-4
ISBN (version PDF) : 978-2-550-54271-1

Dépôt légal – Bibliothèque et archives nationales du Québec, 2009

Conservation prolongée du homard

Nathalie Moisan¹, Cathy Cauvier¹, Francis Coulombe²

1. Centre aquacole marin de Grande-Rivière, Grande-Rivière

2. Centre technologique des produits aquatiques, Gaspé

On doit citer ce document comme suit : Moisan, N., C. Cauvier, F. Coulombe. 2008. Conservation prolongée du homard. MAPAQ, DIT. Rapport de R-D n° 171. 8 pages.

Résumé

Cette expérimentation visait à déterminer les meilleures conditions permettant une conservation prolongée du homard tout en assurant un bon taux de survie ainsi qu'une qualité de chair intéressante pour les consommateurs. Plus spécifiquement, elle visait à démontrer l'importance de la température sur la condition biologique des homards pendant une détention prolongée en évaluant le taux de protéines totales du sang, les processus physiologiques telles la mue, l'extrusion des œufs chez les femelles et la mortalité.

La conservation prolongée de 157 homards mâles et femelles maintenus dans neuf bassins en approvisionnement continu d'eau de mer a été réalisée pendant l'été 2007. Pour ce faire, six bassins alimentés d'eau refroidie à 5 °C et à 10 °C, et trois bassins d'eau à température ambiante variant entre 11 et 17 °C au cours de l'été, ont servi à maintenir les homards vivants. Ils n'étaient pas nourris pendant la durée de l'expérimentation.

Le taux de mortalité des homards, dates, sexes et bassins confondus est resté faible tout au long de l'expérimentation. En effet, le taux a varié de 5,4 à 7,5 % dans les trois conditions de températures de détention. Dans les bassins où l'eau était maintenue à 5 °C, quatre homards sur un total de 53 individus sont morts au cours de l'expérimentation. Dans ces mêmes bassins, deux femelles ont extrudé leurs œufs en juillet et aucun individu n'a mué. Dans les bassins où l'eau était maintenue à 10 °C, trois homards sur un total de 55 individus sont morts. C'est dans ces bassins qu'il y a eu le plus de femelles œuvées, soit quatre sur 22; aucune mue ne s'est produite à cette température. Dans les bassins où l'eau de mer n'était pas refroidie au cours de l'été, la température a varié de 11 à 17,5 °C durant l'expérimentation, trois individus sont morts sur un total de 47 individus. Dans ces bassins, trois femelles ont extrudé leurs œufs et trois mâles ont mué en juillet.

Pour ce qui est de l'évaluation des protéines totales de l'hémolymphe chez les homards maintenus dans les bassins à 5 °C, on peut observer que les mâles ont un niveau de protéines totales du sang plus élevé que les femelles, et ce, tout au long de l'expérimentation. Dans les bassins à 10 °C, les mâles ont un taux de protéines sériques supérieur à celui des femelles tout au long de l'expérimentation à l'exception du 22 août et

du 29 août, soit vers la fin de l'expérimentation, où le taux de protéines des femelles augmente pour rejoindre celui des mâles. Les taux de protéines des homards des deux sexes sont légèrement plus élevés dans les bassins à 10 °C comparativement à ceux des bassins à 5 °C. Enfin, dans les bassins où l'eau n'était pas refroidie, la variation observée dans ces bassins au cours de l'été reflète la variation naturelle de la température de l'eau dans laquelle vivent les homards. Au début de l'expérimentation, le taux de protéines sériques des mâles est légèrement plus élevé que celui des femelles. Au cours de l'été, le taux de protéines des mâles chute jusqu'en août tandis que les protéines des femelles augmentent jusqu'à la fin de l'expérimentation, ce qui indique des changements physiologiques chez les homards. Cette forte augmentation des protéines sériques chez les femelles n'est pas favorable à une conservation prolongée des homards, car on doit pouvoir ralentir et limiter l'initiation des mues et l'extrusion des œufs, ces deux états rendant les homards impropres à la commercialisation.

Abstract

The purpose of this study was to determine the best conditions for maintaining the health of lobster destined for summer sales while ensuring a meat quality that would be interesting for consumers. It sought to show the importance of temperature on the biological condition of lobsters held for prolonged periods by assessing the total blood protein levels, physiological processes like moulting, egg extrusion in females and mortality.

In summer 2007, 157 male and female lobsters were held for an extended period in nine tanks continually supplied with seawater. The live lobster were held at three different temperatures: 5 °C, 10 °C – in these two cases, water temperature had

Mots clés : convection prolongée, homards américains vivants, contention, stabulation.

Key Words: Extended conservation, live lobster, live holding, live well holding

to be lowered – and in water with an ambient temperature that varied from 11 °C to 17 °C. The individuals were not fed during the experiment.

The lobster mortality rate – dates, sexes and tanks confounded – remained low throughout the experiment. In fact, the rate varied from 5.4% to 7.5% for all three holding temperature conditions. Four of the 53 individuals held in the tanks where water temperature was kept at 5°C died during the experiment. In these same tanks, two females extruded their eggs in July and no individuals moulted. Three of the 55 individuals held in the tanks where water temperature was maintained at 10 °C died. The females held in these tanks berried most, with 4 of the 22 females extruding their eggs. No moulting occurred at this temperature. In the tanks containing seawater that was not chilled during the summer, the temperature varied from 11 °C to 17.5 °C during the study. Three of the 47 individuals held in these tanks died, three females extruded their eggs, and three males moulted in July.

Our assessment of total haemolymph proteins in the lobster held in the 5°C tanks showed that the males had higher total blood protein levels than the females throughout the duration of the study. As for the lobster held in the 10°C tanks, the males had higher serum protein levels than the females throughout the study, except from August 22 to August 29 – near the end of the study – when the protein levels in females increased to the same levels as in the males. Protein levels in both sexes were slightly higher in the lobster held in the 10°C tanks than in those held in the 5°C tanks. Finally, in the tanks holding water that was not cooled, variations observed in the lobster over the course of the summer reflected the natural variations in the water temperature of their holding tanks. Early in the study, serum protein levels in males were slightly higher than in females. Protein levels in males fell over the course of the summer until August, while protein levels in females increased until the end of the study, indicating that physiological changes had begun to occur in the lobster. This strong increase in serum proteins in the females is not conducive to prolonged conservation of the lobster; because the onset of moulting and egg extrusion makes the lobster unsuitable for consumption, we must be able to slow and limit these two conditions.

Table des matières

1. Introduction.....	1
2. Matériel et méthodes.....	1
2.1 Animaux.....	1
2.2 Conditions expérimentales.....	2
2.3 Traitements.....	2
3. Résultats.....	2
3.1 Taux de mortalité.....	2
3.2 Température.....	2
3.3 Extrusion des oeufs chez les femelles.....	3
3.4 Mues.....	3
3.5 Concentration de protéines totales de l'hémolymphe.....	3
3.6 Autres résultats.....	5
4. Discussion.....	5
4.1 Bassins A.....	6
4.2 Bassins B.....	7
4.3 Bassins C.....	7
5. Conclusion.....	7
6. Perspectives.....	8
7. Références.....	8

Liste des figures

Figure 1. Bassins A. Variation des températures et oxygène dissous.....	3
Figure 2. Critère macroscopique : mortalités.....	3
Figure 3. Bassins B. Valorisation des températures et oxygène dissous.....	4
Figure 4. Bassins C. Variation des températures et oxygène dissous.....	4
Figure 5. Critère macroscopique : extrusion des oeufs chez les femelles.....	5
Figure 6. Critère macroscopique : mues.....	5
Figure 7. Taux moyens de protéines sériques dans les bassins A.....	6
Figure 8. Taux moyens de protéines sériques dans les bassins B.....	6
Figure 9. Taux moyens de protéines sériques dans les bassins C.....	7

Conservation prolongée du homard

1. Introduction

Le homard (*Homarus americanus*, Milne Edwards) fait l'objet d'une pêche commerciale. Il est très recherché pour sa chair tendre et délicate. Les débarquements de homards au Québec se font de façon ponctuelle et sur une courte période de l'année, ce qui influence la disponibilité de ce crustacé à l'état frais sur les marchés. En général, les gros homards sont vendus sur le marché des produits vivants où les pêcheurs obtiennent un prix élevé, tandis que les petits homards sont cuits, puis congelés entiers dans des sacs ou plus rarement décortiqués. La majorité des homards capturés dans les eaux du Québec, de la Nouvelle-Écosse et de Terre-Neuve sont vendus sur le marché des produits vivants.

En Gaspésie, où la saison de pêche débute généralement en avril pour se terminer vers la fin juin, la disponibilité du homard vivant est donc relativement limitée. Une façon de remédier à cette contrainte serait de conserver les homards en viviers pour prolonger l'offre sur le marché. Les conditions actuelles de conservation du homard en viviers dans l'industrie ne permettent pas de conserver les homards vivants dans des conditions optimales. Les commerçants doivent les vendre très rapidement après la période de la pêche, car lorsque l'eau de mer utilisée dans les viviers se réchauffe naturellement au cours de l'été, les homards vivent des transformations physiologiques principalement reliées à la reproduction et à la mue et ne sont plus intéressants pour la consommation. De plus, les risques de mortalité augmentent. Ce crustacé, très apprécié des consommateurs et particulièrement des touristes qui fréquentent la Gaspésie du début juillet à la fin août, ne se retrouve plus à l'état frais dans les poissonneries. Il serait avantageux pour les producteurs à qui le homard vivant rapporte un prix élevé, de même que pour les consommateurs voulant déguster les produits marins de la Gaspésie lors de leur séjour de pouvoir profiter le plus longtemps possible de la présence de homards vivants dans les poissonneries. Cependant, garder les homards vivants et en santé sur une longue période implique des investissements et des changements organisationnels qu'il faut établir a priori pour cette industrie.

Le homard est un animal à sang froid, c'est-à-dire que sa température corporelle varie en fonction de son environnement. Ainsi, l'ensemble de ses fonctions physiologiques vont être influencées par la température de l'eau dans laquelle il vit naturellement ou celle des viviers dans lesquels il est conservé. Comme reporté par Pascual *et al.* (2003), le métabolisme général des crustacés va augmenter en conséquence d'un accroissement de la température de l'eau, ce qui va nécessiter une utilisation accrue d'énergie pour maintenir les fonctions physiologiques en homéostasie. Selon Aiken and Waddy (1976), en dessous de 5 °C, le métabolisme du homard est ralenti à un niveau où la mue ne se produit pas et, à l'autre extrême, au dessus de 25 °C, la température peut être létale pour le homard.

Au moment de la pêche, le homard subit différents stress tels l'exposition à l'air, la différence de température de l'eau dans laquelle on va le conserver par rapport à la température de l'eau où il a été pêché, les interactions avec les autres

homards, les différentes manipulations, le jeûne, etc. Tous ces stress vont affecter la qualité de la chair du homard. Pour mesurer l'état de santé des homards, différents changements physiologiques peuvent être évalués en utilisant la technique de dosage des protéines totales du sang (Lorenzon, S. *et al.* 2006). Selon Ozbay (1996), la mesure des protéines de l'hémolymphe des homards peut donner une information valable permettant d'évaluer la condition de santé des individus. Dans une étude, Stewart et ses collègues (1967), ont déterminé que la concentration en protéines de l'hémolymphe est un indice très utile pour déterminer la condition physiologique chez le homard, *Homarus americanus*, et chez le crabe tourteau, *Cancer irroratus*, cette concentration étant corrélée avec les facteurs écologiques et alimentaires. En industrie, cette condition physiologique des crustacés est plus couramment exprimée par un indice, nommé « BRIX », exprimé en pourcentage (%) et obtenu à l'aide d'un réfractomètre qui mesure la réfraction des particules solides dans le sang. Cette réfraction est directement corrélée avec la quantité de protéines qui sont les solides les plus présents dans le sang. Les crustacés démontrent des variations physiologiques prévisibles qui sont influencées par la température de l'eau dans laquelle ils vivent et leur stade de mue, mais aussi avec les conditions environnementales et l'état de jeûne (Mercaldo-Allen, 1991).

Une demande pour évaluer les conditions requises pour la conservation prolongée des homards provenant de l'entreprise « Les Producteurs de homards de Grande-Rivière », a été adressée au ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation au Centre aquacole marin situé à Grande-Rivière. L'entreprise désirait expérimenter des façons de conserver le homard dans des conditions optimales sur une plus longue période durant l'été.

2. Matériel et méthodes

2.1 Animaux

Au printemps 2007, 157 homards ont été achetés auprès d'une entreprise de mise en marché de homards. De ces 157 homards, 67 étaient des femelles de longueur céphalothoracique moyenne de 89,4 ± 14,1 mm (82,0 à 185,2 mm) et de poids moyen de 0,511 kg ± 0,142 kg et 90 étaient des mâles de longueur céphalothoracique moyenne de 92,3 mm ± 14,4 mm (82,1 à 150,0 mm) et de poids moyen de 0,613 kg ± 0,322 kg. Au moment de l'achat, les homards avaient des carapaces dures mais, comme c'est généralement le cas à cette période de l'année, on considère que plusieurs étaient en période de pré-mue. À leur arrivée au Centre, les 157 homards ont été identifiés individuellement à l'aide d'étiquettes métalliques numérotées, tendues par un élastique entre leur rostre et la limite arrière du céphalothorax. Le sexe a été déterminé et les individus ont été répartis aléatoirement dans neuf bassins. Les homards y ont été distribués également et gardés sans être nourris et avec des élastiques aux pinces pendant toute la durée de l'expérimentation, soit du 4 juillet au 31 août 2007.

2.2 Conditions expérimentales

Neuf bassins rectangulaires de 20 cm de haut par 120 cm de long et 64 cm de large, alimentés en continu avec de l'eau de mer filtrée ont servi à l'expérimentation. La température, le taux d'oxygène et la salinité ont été mesurés à l'aide d'une sonde YSI deux fois par jour. Au jour 1 de l'expérimentation, la température de l'eau des neuf bassins était relativement uniforme oscillant entre 12,8 à 13,5 °C. Une période d'acclimatation de 13 jours a permis aux homards de s'adapter graduellement à une diminution de la température de l'eau dans six des neuf bassins. L'eau de trois bassins identifiés A1, A2 et A3 a été abaissée aux environs de 5 °C. Le débit de ces bassins était de 1,5 L/minute. L'eau des bassins, B1, B2 et B3, a été abaissée aux environs de 10 °C et le débit était maintenu à 4 L/minute. Dans les trois bassins restants, l'eau de mer n'était pas refroidie, c'est-à-dire qu'elle reflétait les variations de température naturelles de l'eau de mer dans laquelle vivent les homards. Le débit des bassins C1, C2 et C3 était de 4 L/minute.

2.3 Traitements

Des indices macroscopiques de l'état de santé des homards ont été notés tout au long de l'expérimentation. Les mortalités, les mues ainsi que les femelles qui extrudaient leurs œufs étaient des critères retenus pour évaluer l'état physiologique des homards. Le numéro d'étiquette des homards morts était noté et ceux-ci étaient retirés et congelés dans des sacs de plastique. Les homards qui initiaient leur mue étaient identifiés et isolés des autres individus dans un bassin distinct. Des cloisons étaient installées entre chaque homard ayant mué. Ils étaient ensuite nourris aux deux jours avec du poisson. Le numéro des femelles œuvées était noté, et elles étaient isolées dans un bassin de « maternité », leurs élastiques étaient enlevés et elles étaient nourries de la même manière que les individus en phase de mue.

Les prélèvements de l'hémolymphe pour le dosage des protéines du sang étaient effectués une fois par semaine du 26 juillet 2007 au 29 août 2007 pour une durée totale de six semaines. À chaque semaine, dix homards étaient échantillonnés aléatoirement dans chacun des neuf bassins. Le numéro des homards sélectionnés était noté, ainsi que le poids et le sexe des individus. Un échantillon d'environ 0,5 ml d'hémolymphe était prélevé à partir du sinus péricardiaque (voir photo 1) via la mince membrane arthroïde, entre la marge postérieure de la carapace et de l'abdomen, avec une seringue hypodermique jetable de 3 ml.



Photo 1. Prélèvement d'hémolymphe

Les échantillons d'hémolymphe ont été mesurés à l'aide d'un réfractomètre PAL-1 de la compagnie Atago. Cet appareil donne une mesure de réfraction d'un liquide par un indice Brix en pourcentage (%). La mesure Brix du réfractomètre permet d'établir un indice de réfraction IR selon une équation de corrélation; ($IR = 0,0015 \times \text{Brix} + 1,3325$) établie par Leavitt & Bayer, 1977. Cette valeur IR est ensuite transformée en concentration de protéines totales (mg/ml) en comparaison avec une courbe-étalon établie à l'aide de dilutions connues d'albumine commerciale par la méthode « Biuret » dosées par spectrophotométrie. Leavitt et Bayer (1977) fournissent l'équation de cette courbe-étalon permettant d'établir la concentration des protéines : (protéines totales en mg/ml = $5\,449,417 \times IR - 7\,295,321$).

3. Résultats

3.1 Taux de mortalité

Le taux de mortalité des homards, toutes températures, dates et sexe confondus, est resté faible tout au long de l'expérimentation. Il a varié de 5,4 à 7,5 % dans les trois conditions de températures de détention. Dans les bassins A1, A2 et A3, où l'eau était à 5 ± 2 °C, quatre homards sur un total de 53 individus sont morts au cours des 43 jours d'expérimentation soit un pourcentage de mortalité de 7,5 %. Dans les bassins B1, B2, et B3, où l'eau était maintenue à $10 \pm 2,5$ °C, trois homards sur un total de 55 individus sont morts, soit 5,4 %. Dans les bassins C1, C2, et C3, où l'eau provenait de la mer et n'était pas refroidie au cours de l'été, trois individus sont morts sur un total de 47 individus, soit 6,4 %.

3.2 Température

3.2.1 Bassins A

La température de l'eau dans les bassins A a été notée durant toute l'expérimentation, soit pendant 42 jours. Elle a été abaissée graduellement du 4 au 17 juillet pour permettre une acclimatation des homards à 5 °C. Les températures se sont davantage maintenues autour de 6 °C compte tenu des limites du système de refroidissement (voir figure 1). Dans les bassins A1, A2, et A3 quatre homards au total sont morts, dont un mâle, une femelle et deux individus non sexés au cours des 43 jours d'expérimentation. Un homard est mort dans la semaine du 8 au 14 juillet 2007, moment où l'on a effectué une baisse importante de la température de 6,4 °C dans une période de six jours. Un deuxième individu est mort dans la semaine du 5 au 11 août où l'on remarque un plus faible taux d'oxygène dissous de 78,0 %. (voir figure 1).

3.2.2 Bassins B

La température dans les bassins B1, B2 et B3, a varié de 10,1 à 13,8 °C en raison des limites techniques du système de refroidissement (voir figure 3). Dans ces bassins, trois homards sont morts dont deux femelles et un mâle durant les semaines allant du 15 au 28 juillet 2007, où les conditions de températures et d'oxygène dissous semblaient adéquates pour assurer la survie des homards (voir figure 2).

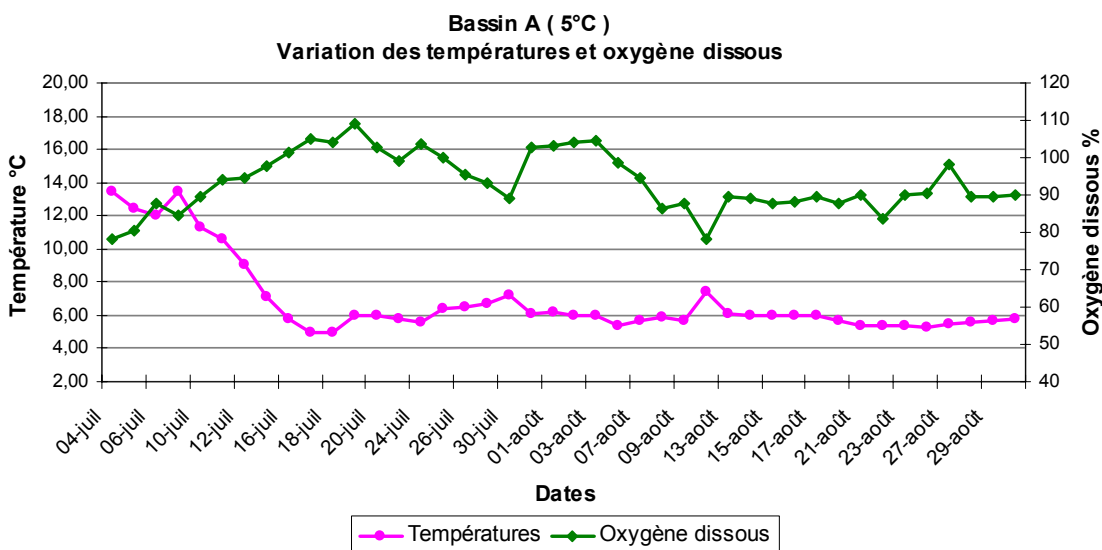


Figure 1. Bassins A (5 °C). Variation des températures et oxygène dissous.

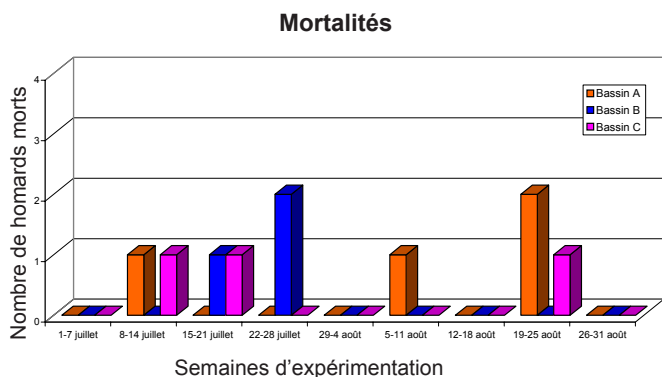


Figure 2. Critère macroscopique : mortalités.

3.2.3 Bassins C

La température des bassins C1, C2 et C3 a augmenté de 11,2 à 17,4 °C (voir figure 4) pendant l'étude. Dans ces bassins, un taux de mortalité de 4,2 % a été observé. Deux individus dont le sexe n'a pas été noté sont morts dans les semaines du 8 au 21 juillet où l'on remarque une variation des températures de 12,8 à 14,8 °C et une femelle est morte dans la semaine du 19 au 25 août 2007 (voir figure 2).

Le plus haut taux de mortalité a été rencontré dans les bassins A1, A2 et A3 où l'eau était maintenue à 5 ± 2 °C. Par ailleurs, ce taux de mortalité demeure très faible et est voisin des taux de mortalité pour les deux autres températures d'expérimentation.

3.3 Extrusion des œufs chez les femelles

Sur un total de 67 femelles, neuf ont extrudé leurs œufs (13,4 %) dans la période comprise entre le 8 et le 28 juillet 2007 (voir figure 5). C'est dans les bassins B où l'eau était maintenue à 10 °C qu'il y a eu le plus de femelles œuvées, soit quatre sur 22 femelles. Dans les bassins A à 5 °C, deux femelles sur 21 ont extrudé leurs œufs dans la semaine du 15 au 21 juillet 2007. Dans les bassins C où l'eau variait selon la température naturelle de l'eau de mer, trois femelles sur 22 ont extrudé leurs œufs dont deux dans la semaine du 22 au 28 juillet où l'eau variait de 14,03 à 15,3 °C et une dans la semaine du 15 au 21 juillet où l'eau était à 14,8 °C.

3.4 Mues

Les individus ayant mué au cours de l'expérimentation sont au nombre de trois (voir figure 6). Seulement des mâles ont mué dans les bassins C à température environnante. Les mues se sont produites entre le 15 juillet et le 28 juillet 2007 où les températures variaient de 13,3 à 14,9 °C.

3.5 Concentration de protéines totales de l'hémolymphe

3.5.1 Bassins A

Dix individus dans chacun des trois bassins A (triplicats) ont été sélectionnés au hasard et un échantillon d'hémolymphe a été prélevé pour un total de 30 échantillons et ce, une fois par semaine, pendant six semaines d'expérimentation. La moyenne des concentrations de protéines totales obtenues sur les 30 individus a été établie et l'écart-type calculé à chaque date de prélèvement.

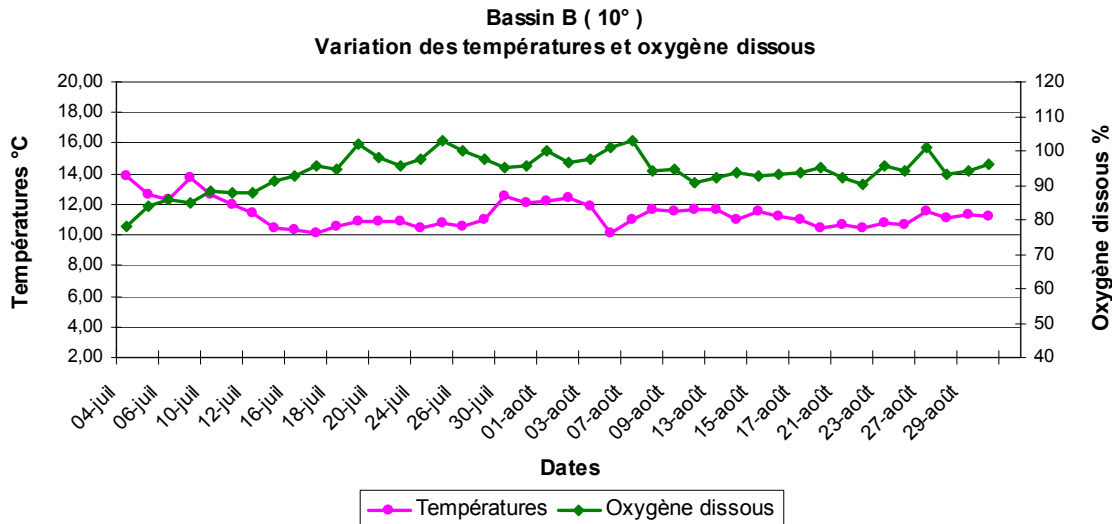


Figure 3. Bassins B (10 °C). Variation des températures et oxygène dissous.

La figure 7 montre que les mâles ont un niveau de protéines totales du sang plus élevé que les femelles, et ce, tout au long de l'expérimentation. Ainsi, la concentration de protéines pour les mâles varie de 37,8 et 44,8 mg/ml, soit de 8,8 à 9,6 % Brix. Pour les femelles, les concentrations minimales et maximales sont de 29,5 mg/ml et de 35,9 mg/ml, soit 7,8 à 8,5 % Brix.

3.5.2 Bassins B

Dans ces bassins où l'eau était maintenue autour de 10 °C, les mâles ont, encore une fois, un taux de protéines sériques supérieur à celui des femelles dans les quatre premières semaines alors qu'après le 22 août, le taux de protéines des femelles

rejoint celui des mâles. De façon générale, les moyennes de concentration en protéines diminuent légèrement au long de l'été pour les mâles et augmentent pour les femelles. Les taux de protéines des homards des deux sexes sont légèrement plus élevés dans les bassins à 10 °C comparativement à ceux des bassins à 5 °C. Pour les mâles, les taux de protéines varient de 43,1 à 49,2 mg/ml, soit 9,4 à 10,2 % Brix et pour les femelles de 30,8 à 44,9 mg/ml, soit 7,9 à 9,6 % Brix. On observe de plus grandes fluctuations des taux de protéines chez les femelles à cette température (voir figure 8). Chez les mâles et les femelles, 103 et 52 prélèvements ont respectivement été réalisés.

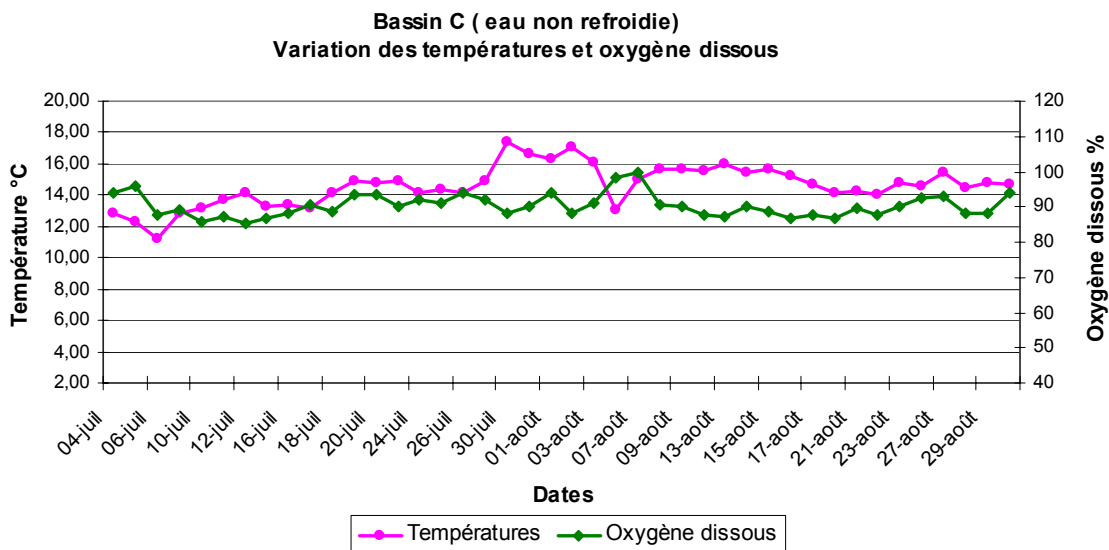


Figure 4. Bassins C (eau non refroidie). Variation des températures et oxygène dissous.

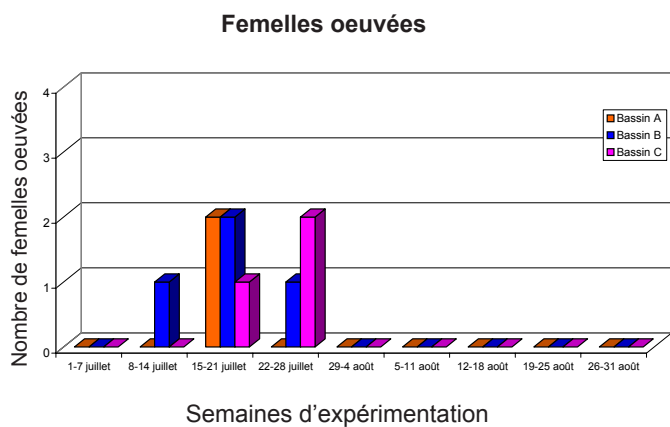


Figure 5. Critère macroscopique : extrusion des œufs chez les femelles.

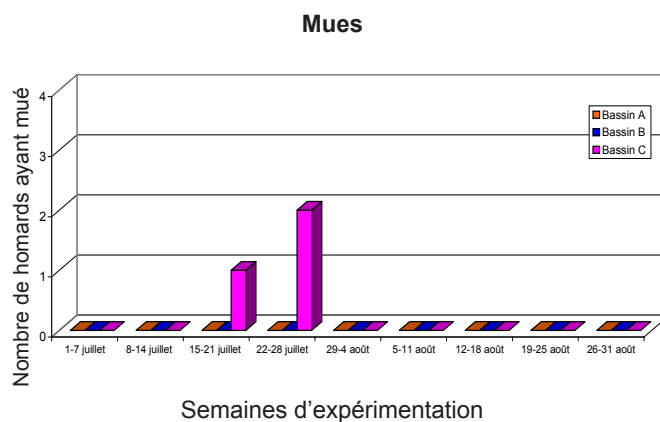


Figure 6. Critère macroscopique : mues

3.5.3 Bassins C

Dans les bassins C, l'eau n'était pas refroidie; elle était puisée dans la mer et filtrée pour être redistribuée directement dans les bassins. Ainsi, la variation observée dans les bassins au cours de l'été reflète les conditions naturelles de vie des homards. Au début de l'expérimentation, le taux de protéines sériques des mâles est légèrement plus élevé que celui des femelles bien qu'il soit inférieur à celui des homards des bassins A et B. Au cours de l'été, le taux de protéines des mâles, en constante diminution jusqu'au 29 août, passe de 39,4 à 27,2 mg/ml ou de 9,0 à 7,2 % Brix, tandis que les protéines des femelles augmentent selon une courbe asymptotique jusqu'à la fin de l'expérimentation : de 35,0 à 68,2 mg/ml ou de 8,5 à 12,3 % Brix (voir figure 9). Chez les mâles et les femelles, 71 et 75 prélèvements ont respectivement été réalisés.

3.6 Autres résultats

La salinité de l'eau des viviers d'expérimentation a été également notée tout au cours de la durée de l'expérience. Des salinités variant de 26,6 à 30,4 ppt (parties par mille) ont été observées. Ces variations se sont faites très graduellement au cours de l'été et n'ont eu que peu d'influence sur la santé des homards, puisqu'elles sont demeurées dans les écarts normalement rencontrés par les homards en zone côtière gaspésienne.

4. Discussion

La mesure des protéines totales dans l'hémolymphe des homards est une méthode fiable permettant de mesurer leur santé (Truchot, 1983). La fraction des protéines mesurées dans l'hémolymphe est dominée par l'hémocyanine, soit de 75 à 95 %, qui est une protéine responsable du transport de l'oxygène dans le sang (Ozbay and Riley, 2002). L'hémocyanine agit comme un tampon acide-base du sang des homards, son équilibre est directement relié aux fluctuations de température de l'eau et aux différents stress que peuvent subir les homards. Le maintien de ce tampon acide-base est d'une grande importance pour la santé et la survie de l'animal. Conséquemment, plus la concentration en protéines totales est élevée, plus les organismes sont en bonne condition. Selon Söderhäll et Cerenius (1992), le système immunitaire des crustacés est stimulé par des réactions de niveau cellulaire qui influencent directement la composition de l'hémolymphe en protéines et d'autres constituants qui protègent les organismes contre les pathogènes.

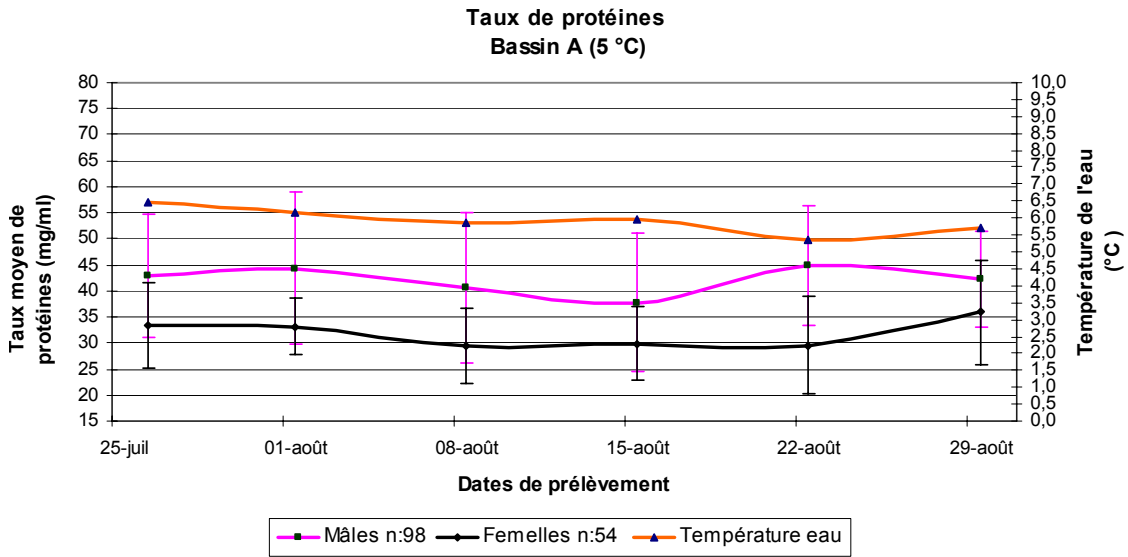


Figure 7. Taux moyens de protéines sériques dans les bassins A (5 °C)

4.1 Bassins A

À une température de 5 °C, les homards ne rencontrent pas les conditions optimales de contention pour leur espèce bien que ceux-ci puissent survivre à une telle température pour une période relativement longue. Ainsi, à cette température, les processus métaboliques comme la mue sont ralentis ou même bloqués (Aiken, 1980). Les températures optimales de croissance pour les homards en milieu naturel sont de 20 à 22 °C (Carlberg et Hughes, adapté de Wright, 1976). Les faibles mortalités (7,5 %) rencontrées dans ces bassins au cours de l'expérimentation, reflètent bien la tolérance des homards à des températures d'eau variant de 0 à 30 °C lorsqu'ils y sont acclimatés adéquatement (Aiken, 1980). En effet, selon ce même auteur, la période d'acclimatation idéale est de 2,5 jours pour chaque degré de diminution de la température. Dans les bassins A1, A2, et A3, la période d'acclimatation des homards

pour passer de la température initiale de l'eau (13,5 °C) à une température de 4,9 °C (une baisse de 8,6 °C), a duré 13 jours. Cette période d'acclimatation de 1,5 jour/degre a été considérée un peu brève. Les données de saturation de l'eau en oxygène obtenue au long de l'été dans les bassins A étaient adéquates pour assurer la survie des homards. En effet, McLeese (1956), indique que pour un homard acclimaté à une température de 5 °C et à une salinité de 30 ppt, la concentration létale en oxygène dissous est de 0,2 mg/L soit 26,6 % par rapport à une valeur moyenne observée de 93,4 %. La salinité de l'eau des bassins A a varié de 26,6 à 30,4 ppt (parties par mille). Elle était adéquate pour la survie des homards, car selon J. C. Van Olst et ses collègues (1976), la salinité optimale pour la détention des homards est de 30 ppt. Une salinité inférieure à 8 ppt ou supérieure à 45 ppt est considérée létale. Dans les bassins A, deux femelles seulement sur les neuf présentes ont

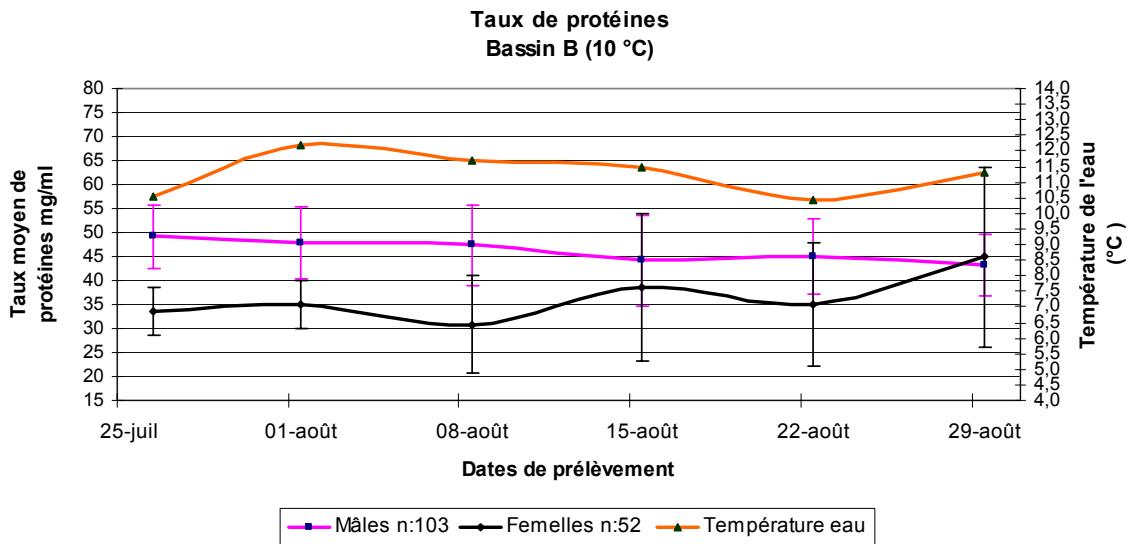


Figure 8. Taux moyens de protéines sériques dans les bassins B (10 °C)

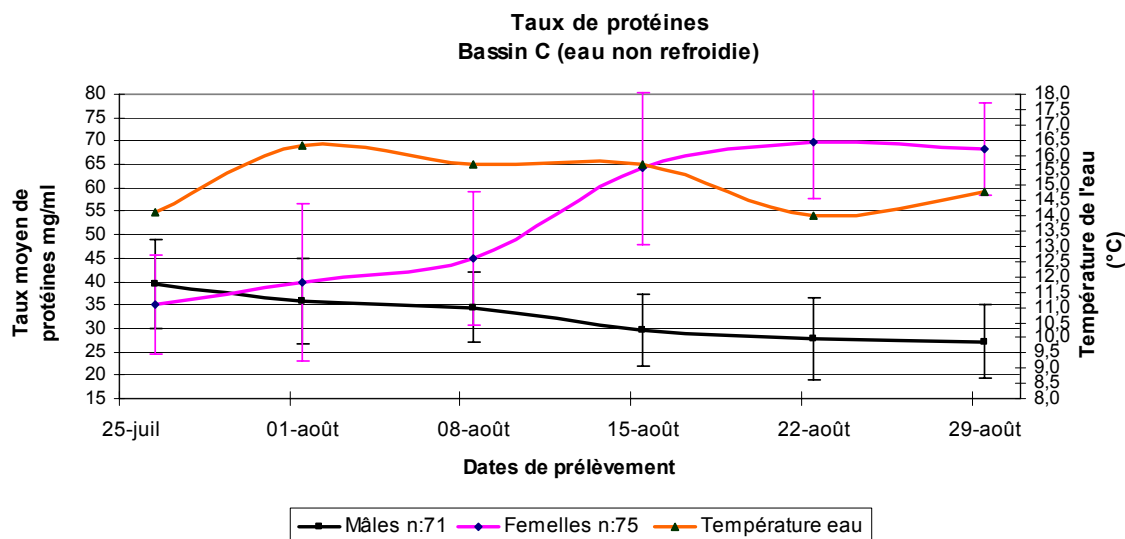


Figure 9. Taux moyens de protéines sériques dans les bassins C (eau non refroidie)

extrudé leurs œufs dans la semaine du 15 au 21 juillet 2007. Aucune mue ne s'est produite à cette température. En effet, selon Phillips (1980), en dessous de 5 °C, le métabolisme du homard est ralenti à un niveau où le processus de mue est bloqué indéfiniment.

La concentration en protéines est en moyenne plus élevée chez les mâles que chez les femelles. Une stabilité est notée chez les deux sexes tout au long de l'expérimentation, car à cette température, les processus physiologiques sont ralentis. La valeur plus élevée chez les mâles dans les bassins A peut s'expliquer par une meilleure résistance au stress de la part de ceux-ci comparativement aux femelles. Ces dernières sont plus susceptibles que les mâles de subir des transformations physiologiques, comme par exemple l'extrusion de leurs œufs même à de très basses températures.

4.2 Bassins B

À une température de 10 °C, les homards mâles et femelles ont connu une faible mortalité de 5,4 %. La saturation de l'eau en oxygène dissous de même que la salinité obtenues au long de l'été dans les bassins B étaient adéquates pour la survie des homards (J. C. Van Olst *et al.*, 1976). Un taux moyen de protéines totales plus élevées qu'à 5 °C a été mesuré. Ceci indique que les crustacés ont rencontré un environnement moins stressant à cette température puisqu'ils n'ont pas eu à subir une acclimatation importante à la température de l'eau; l'eau ambiante était comparable à celle des bassins. On peut aussi observer que les femelles y ont connu des variations plus importantes de la concentration en protéines et qu'elles ont extrudé leurs œufs à un plus grand pourcentage. Comme l'expliquent Söderhäll et Cerenius (1992), les changements physiologiques comme l'extrusion des œufs chez les femelles sont un stress qui peut provoquer des variations et une production accrue en protéines en réponse à un besoin supplémentaire pour la construction cellulaire des œufs. À cette température, aucune mue ne s'est produite.

4.3 Bassins C

À une température de l'eau qui a varié au cours de l'été entre 11,20 à 17,40 °C, la mortalité est restée faible à 6,4 %. La saturation de l'eau en oxygène de même que la salinité obtenues tout au long de l'été dans les bassins C étaient adéquates pour la survie des homards (J. C. Van Olst *et al.*, 1976). Pour les mâles, le taux de protéines diminue graduellement avec la température de l'eau du 26 juillet au 30 août 2007. Selon une recherche effectuée par A. D. M. Dove *et al.* (2005), les protéines totales du sang de homard diminuent dans les mois les plus chauds de l'été. Par contre, on peut observer une forte augmentation des protéines du sang chez les femelles démontrant qu'elles sont davantage sujettes aux variations de température. Selon Ozbay et Riley (2002), les changements physiologiques comme la mue, l'extrusion des œufs, les changements brusques de température de l'eau et l'exposition à l'air peuvent provoquer une forte augmentation des protéines totales du sang indiquant dans ce cas que le homard vit un important changement physiologique, ce qui le rend plus vulnérable aux maladies dans des conditions de détention. En plus d'être un indice de la condition en estimant le volume de sang et la masse musculaire, la concentration de protéines sanguines des crustacés varie avec le stade de mue : elle augmente à la phase précédant la mue et diminue après la mue (Dall, 1974).

5. Conclusion

Le volet 1 a servi à déterminer les conditions environnementales optimales pour une conservation des homards en viviers sur une période de temps accrue afin d'alimenter les marchés touristiques. En saison de pêche, le homard est maintenu 48 heures en vivier avant d'être acheminé sur les marchés. Ainsi, en plus des mesures de la salinité et du taux d'oxygène dans l'eau, différentes températures ont été expérimentées pour déterminer les conditions qui permettraient le maintien des individus dans des conditions optimales et au meilleur coût possible. L'observation et l'analyse de paramètres liés à la santé des organismes tels que la concentration de protéines

dans le sang (indice de santé), l'apparition de maladies, la mue, la mortalité ainsi que la vigueur générale des homards mâles et femelles ont été évalués.

Les résultats obtenus suggèrent que l'état de santé des homards est relié aux conditions environnementales de détention et que les températures d'expérimentation situées aux extrêmes comme dans les bassins A à 5 °C et les bassins C à des températures variant de 11,20 à 17,40 °C, sont des conditions plus exigeantes pour un maintien de la stabilité des fonctions physiologiques. Lors de la conservation en bassin sur une longue période de temps, il serait souhaitable de ralentir les transformations naturelles que le homard initierait s'il était en mer : la qualité de la chair en dépend.

La température de 10 °C semble être un bon compromis pour la conservation prolongée, car elle permet de maintenir un taux de protéines assez élevé, signe d'une bonne santé chez les homards. De plus, on a noté peu de variation dans la concentration de protéines au cours de l'été ce qui démontre que les processus physiologiques et le stress sont assez bien contrôlés. Par ailleurs, il est moins coûteux au point de vue énergétique, de viser à atteindre une température de 10 °C plutôt que de 5 °C lorsque l'eau se réchauffe. Les mâles semblent être de meilleurs candidats à la conservation prolongée puisqu'ils sont moins influencés par la variation de température que les femelles, ces dernières étant plus susceptibles d'extruder leurs œufs.

Pour la suite de cette étude, il est recommandé de cibler une seule température de détention, soit 10 °C, et d'expérimenter un système de recirculation de l'eau de mer permettant de réduire la demande énergétique pour le refroidissement de l'eau à 100 % comme dans le système en flot continu expérimenté à l'été 2007. Par la même occasion, une comparaison de trois différentes densités de homards dans trois bassins sera effectuée et une charge maximale permettant de maintenir des conditions optimales de contention prolongée sera proposée. Il faudra également mesurer les pertes de poids individuel ou de rendement en chair, car ce sont des paramètres commerciaux importants aux yeux des producteurs.

6. Perspectives

Volet 2 : 2008-2009

À la suite de l'analyse des résultats d'expérimentation de l'année précédente, un portrait précis des conditions de détention optimales du homard sera rédigé et présenté au promoteur. Le volet 2 a pour but de trouver les meilleurs systèmes de conservation pouvant convenir aux industriels en alliant des conditions idéales pour la santé des homards et des coûts d'acquisition et d'opération acceptables. Après avoir fait une revue de la littérature, il est apparu que des systèmes de recirculation de l'eau de mer seraient intéressants à expérimenter. Ces systèmes, où l'eau est refroidie à la température désirée est ensuite filtrée et réutilisée partiellement ou en totalité, permettent de réduire considérablement les coûts d'énergie liés au refroidissement de l'eau. En parallèle, le système actuellement le plus généralement utilisé où l'eau est constamment renouvelée (flot continu) sera comparé à l'autre et pourra être modifié pour devenir un système autonome pouvant être facilement intégré aux installations existantes des entreprises. À la fin de ce volet, une évaluation comparative des deux systèmes de conservation par rapport à la préservation de la

santé des organismes, des coûts, ainsi que de la faisabilité technique sera réalisée. Des recommandations seront faites au promoteur.

7. Références

1. Aiken D.E. 1980. Molting and growth in: The Biology and Management of lobsters (ed. by J. S. Cobb & B. F. Phillips), 91-164. Academic Press, New York.
2. Aiken, D. E., S. L. Waddy. 1976. Controlling growth and reproduction in the American lobster. Proc. Annu. Meet. World Maric. Soc. 7, 415-430.
3. Dall, W. (1974). Indices of nutritional state in western rock lobster, *Panulirus longipes* (Milne Edwards). I. Blood and tissue constituents and water content. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 16, 167-180.
4. Dove, A. D. M., B. Allam, J. J. Powers, M. S. Sokolowski. 2005. A simple thermal stress experiment with the lobsters, *Homarus americanus*. Journal of Shellfish Research 24, 761-766.
5. Leavitt and Bayer. 1977. A refractometric method for determining serum protein concentration in the American lobster. Aquaculture 12, 169-171.
6. Lorenzo, S., P. G. Giulianini, M. Martinis, E. A. Ferrero. 2006. Stress effect of different temperatures and air exposure during transport on physiological profiles in the American lobster *Homarus americanus*. In Comparative Biochemistry and Physiology, Part A 147 (2007) 94-102.
7. Mercaldo-Allen, R. 1991. Changes in the blood chemistry of the American lobster, *Homarus americanus*, H. Milne Edwards, 1837, over the molt cycle. Journal of Shellfish Research. Vol.10, n°1, 147-156.
8. McLeese, D. W. 1956. Effects of temperature, salinity and oxygen on the survival of the American lobster. J.Fish.Res.Board. Can. 13:247-272.
9. Ozbay, G. 1996. The effects of CaCO₃ buffering on the hemolymph acid-base level of the American lobster *Homarus americanus* : a pre-shipment conditioning technique. Masters Thesis. University of Maine, Orono, ME, USA.
10. Ozbay, G, J. G. Riley. 2002. An analysis of refractometry as a method of determining blood total protein concentration in the American lobster *Homarus americanus* (Milne Edwards). Aquaculture Research. 33, 557-562.
11. Pascual, C., A. Sanchez, F. Vargas-Albores, G. LeMoullac, C. Rosas. 2003. Haemolymph metabolic variables and immune response in *Litopenaeus setiferus* adult males : the effect of an extreme temperature. Aquaculture 218, 637-650.
12. Phillips, Bruce F. 1980. The biology and management of lobsters. New York academic Press. 1980. 2 volumes.
13. Söderhäll, K., L. Cerenius. 1992. Crustacean immunity. Annu. Rev.Fish Dis., 3-23.
14. Van Olst, J. C., J. M. Carlberg, J. T. Hughes. Adapted from Wright, 1976. Table II. Water quality requirements for the culture of *H. americanus*.
15. Stewart, J. E., J. W. Cornick, J. R. Dingle. 1967. An electronic method for counting lobster (*Homarus americanus*) (Milne Edwards) hemocytes and the influence of diet on hemocyte numbers and hemolymph proteins. Can. J. Zool., 45: 291-304.
16. Truchot, J. P. 1983. Regulation of acid-base balance. In: The biology of Crustacea (ed. D.E. Bliss). Pp.431-457. Academic Press. New York. USA.

