

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

Rapport de recherche-développement

N° 176

Conservation prolongée du homard
volet 2 : charge biotique maximale

Nathalie Moisan
Francis Coulombe

Conservation prolongée du homard
volet 2 : charge biotique maximale

Rapport de recherche-
développement n° 176

Nathalie Moisan
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) : 978-2-550-56131-6
ISBN (version PDF) : 978-2-550-56132-3

Dépôt légal – Bibliothèque et archives nationales du Québec, 2009

Conservation prolongée du homard volet 2 : charge biotique maximale

Nathalie Moisan¹, 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., F. Coulombe. 2009. Conservation prolongée du homard volet 2 : charge biotique maximale. MAPAQ, DIT. Rapport de R-D n° 176. 16 pages.

Résumé

Cette expérimentation avait pour objectif d'identifier la charge biotique maximale pour la conservation prolongée du homard d'Amérique en circuit fermé, c'est-à-dire où l'eau était recirculée, purifiée et refroidie à 10 °C. Ainsi, Colt et Armstrong (1981), ont déterminé que la toxicité des rejets d'ammoniac et de nitrites même en faible quantité peut affecter la croissance, causer des dommages aux branchies et autres organes et peut prédisposer à des maladies et augmenter le taux de mortalité à plus ou moins long terme. Un préconditionnement d'au moins trois semaines est requis avant l'introduction des organismes dans un système de recirculation. Toutefois, la plus forte mortalité a été observée dans le bassin avec la charge la plus élevée, soit 120 kg de homards par mètre cube. En appui à ce résultat, le stress des homards mesuré par la concentration des protéines sanguines, confirme que la charge de 120 kg/m³ est une densité qui provoque une condition de santé précaire des homards conservés. C'est dans la charge biotique de 100 kg/m³ que l'on retrouve la meilleure condition de santé des homards.

Le pourcentage d'individus ayant subi des mutilations est plus élevé dans le bassin à 80 kg/m³. Les homards ayant plus d'espace pour se mouvoir à cette densité avaient davantage d'occasions de rencontrer les individus faibles en processus de mues ou malades, devenus des proies faciles.

À la fin des neuf semaines de conservation, il est intéressant de constater que le stade de mue des homards a été retardé par le refroidissement de l'eau à 10 °C. En effet, contrairement aux homards du milieu naturel qui muent durant cette période, 95 % des individus étaient à un stade de mue peu avancé à la fin de l'expérience. Selon Aiken (1986), les homards entreposés à cette température peuvent mettre de 48 à 94 jours avant d'arriver à la mue proprement dite.

Notons enfin que le fonctionnement inadéquat du système d'épuration de l'eau recirculée lors des trois premières semaines d'expérimentation, est probablement responsable du fort taux de mortalité dans les trois bassins.

Les résultats de l'évaluation sensorielle indiquent qu'il y a une légère différence d'appréciation entre le homard conservé et le

homard fraîchement pêché. C'est ce dernier qui a été préféré. Cette différence serait cependant perceptible seulement par un consommateur averti, puisque les résultats comparatifs se rapprochent sensiblement les uns des autres. Dans l'ensemble, les résultats indiquent que dans tous les cas, les homards ont plu avec des cotes de 7 et plus, « Me plaît moyennement à me plaît beaucoup ». Il faut rappeler que l'évaluateur attribue des cotes individuelles à deux échantillons simultanés et peut donc difficilement faire abstraction d'une certaine comparaison entre les deux, ce qui est rarement le cas lors d'une consommation normale d'un amateur de homard régulier. Les critères de texture et de goût sont jugés un peu plus sévèrement pour le homard conservé en bassin. En effet, les panélistes le trouvent plus ferme et coriace et ayant un goût moins « frais » par rapport au homard témoin. Le rendement en chair des homards ayant jeûné pendant neuf semaines montre des résultats de 5 % de moins que la masse en chair pour les homards de la pêche.

Abstract

The purpose of this experiment was to identify the maximum biotic load for extended storage of American lobster in closed circuit tanks, where the recirculating water was purified and cooled to 10 °C. Inadequate operation of the recirculating water treatment system during the first three weeks of the experiment was probably responsible for the high mortality rate in the three tanks. For instance, Colt and Armstrong, 1981, determined that the toxicity of ammonia and nitrate waste, even at low levels, can affect growth, cause damage to branchiae and other organs, predispose individuals to illness and increase the mortality rate sooner or later. The organisms need to be preconditioned for at least three weeks before being introduced into the recirculating system. However, the highest mortality

Mots clés : conservation prolongée, homard américain vivant, contention, stabulation.

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

was observed in the tank that was most densely occupied with 120 kg of lobster per cubic metre. Supporting this result, the lobster stress level measured by blood protein concentration confirmed that the 120 kg/m³ load provokes precarious health in the stored lobsters. A biotic load of 100 kg/m³ produced the healthiest lobsters.

The percentage of mutilated individuals was highest in the tank with a biotic load of 80 kg/m³. Having more space to move about at this density, the individuals had more opportunities to encounter sick lobsters or individuals that were moulting and thus, easy prey.

At the end of the nine-week conservation period, it was interesting to observe that the moulting stage was delayed by the water temperature cooled to 10°C. In fact, contrary to lobsters in the wild that moult during the period when the test was done, 95% of the individuals were in the early stages of moulting at the end of the experiment. According to Aiken, 1986, lobsters held at that temperature can take from 48 to 94 days to truly enter the moulting stage.

The results of the sensorial test show that there was a slight difference between the appreciation of stored lobster and freshly caught lobster, with the latter being preferred. This difference was apparently perceptible only to an experienced consumer, since the comparative results were fairly close. On the whole, the results show that in all cases, the lobsters were appreciated, and given scores of 7 or higher – moderately to very pleasant. It is important to point out that taste testers give individual scores to two samples at the same time; consequently, it is hard for them to avoid comparing the two samples to some degree. This comparison rarely occurs when a regular consumer is eating lobster normally. The criteria “texture” and “taste” were judged somewhat more severely in the tank-held lobster. In fact, the panellists found the stored lobster to be firmer and tougher and that it tasted less fresh than the control lobster. The lobsters that had fasted for nine weeks had a meat yield that was 5% lower than the meat mass of lobster obtained from the fishery.

Table des matières

1. Introduction.....	1
2. Matériel et méthodes.....	1
2.1 Animaux.....	1
2.2 Conditions expérimentales.....	2
2.3 Conditions physicochimiques.....	4
2.4 Le suivi des homards.....	4
3. Résultats.....	5
3.1 Taux de mortalité.....	5
3.2 Concentration de protéines totales de l'hémolymphe.....	5
3.3 Mutilations.....	6
3.4 Détermination du stade de mue.....	6
3.5 Concentration des composés azotés.....	6
3.6 Salinité et oxygène dissous de l'eau des bassins.....	7
3.7 Évaluations sensorielles et rendements en chair.....	8
4. Discussion.....	9
4.1 Taux de mortalité.....	9
4.2 Concentration de protéines totales de l'hémolymphe.....	9
4.3 Mutilations.....	10
4.4 Détermination du stade de mue.....	10
4.5 Concentration des rejets de homards.....	10
4.6 Évaluation sensorielle et rendements en chair.....	10
5. Conclusion.....	10
6. Références.....	11
Annexe 1 Questionnaire de dégustation.....	14
Annexe 2 Préférence des panélistes concernant l'évaluation des homards en conservation prolongée.....	15
Annexe 3 Préférence des panélistes concernant l'évaluation des homards témoins de la pêche.....	16

Liste des figures

Figure 1. Flux général de circulation de l'eau dans les bassins expérimentaux.....	3
Figure 2 a et b. Concentration des protéines sanguines dans les trois charges biotiques expérimentées soit : 80, 100 et 120 kg/m ³ exprimée en indice Brix (%) et en mg/l de protéines totales.....	6
Figure 3. Pourcentage de homards ayant subi des mutilations sur au moins une patte.....	6
Figure 4. Évolution des concentrations de l'ammoniac, des nitrites et des nitrates au cours de l'expérimentation.....	7
Figure 5. Salinité mesurée dans les trois bassins d'expérimentation.....	7
Figure 6. Oxygène dissous en pourcentage de saturation % dans les trois bassins d'expérimentation.....	8

Liste des tableaux

Tableau 1. Pourcentage de mortalité selon la charge biotique.....	5
Tableau 2. Stades de mue sur des pléopodes prélevés le 24 septembre 2008.....	7
Tableau 3. Cotes moyennes d'acceptabilité des homards en conservation prolongée et des homards de la pêche (témoins) avec leur écart-type.....	8
Tableau 4. Préférence des panélistes envers les homards conservés versus les homards de la pêche (témoins).....	8
Tableau 5. Rendements en chair moyens des homards en conservation prolongée et des homards témoins.....	9

Liste des photos

Photo 1. Sections du filtre biologique	2
Photo 2. Particules de média Kaldnes.....	2
Photo 3. Prélèvement d'hémolymphe.....	4
Photo 4. Rétractation de l'épiderme	5
Photo 5. Invagination des soies.....	5

Conservation prolongée du homard volet 2 : charge biotique maximale

1. Introduction

À l'été de 2007, une étude a été réalisée pour déterminer la température optimale en vue d'une conservation prolongée des homards en bassins pendant la saison estivale. (Moisan *et al.*, 2008). À la suite des résultats obtenus, un deuxième volet a été initié en 2008. Il visait à poursuivre la recherche en documentant la charge biotique maximale; c'est-à-dire la quantité maximale de homards pouvant être conservés dans un bassin avant que ne surviennent des problèmes reliés à la surpopulation. Selon Chartois *et al.* (1994), la charge biotique dans les viviers de stockage en circuit fermé varie normalement de 80 à 120 kg/m³ pour le homard. Cette dernière valeur leur apparaissait excessive et devait, selon eux, s'accompagner d'une hausse de la mortalité chez les individus les plus faibles.

En évaluant le comportement des homards dans trois bassins possédant des charges de 80, 100 et 120 kg/m³, l'hypothèse de départ était que les valeurs plus élevées de 100 et 120 kg/m³ allaient entraîner des problèmes. En comparaison, à l'été 2007, une charge de 75 kg/m³ de homards par bassin, dans un circuit d'eau de mer ouvert, avait été identifiée comme propice à la conservation prolongée. L'objectif de l'étude était donc d'en arriver à déterminer une valeur précise au-delà de laquelle la charge biotique n'est pas viable pour la conservation prolongée des homards et de pouvoir suggérer à l'entreprise la charge idéale.

Selon Lorenzon *et al.* (2006), ainsi qu'Ozby (1996), les changements physiologiques sont directement corrélés avec les conditions d'entreposage et d'alimentation et peuvent être évaluées en utilisant la technique de dosage des protéines totales du sang. 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 non seulement par la température de l'eau dans laquelle ils vivent et leur stade de mue, mais aussi avec les conditions environnementales, le stress et l'état de jeûne (Mercaldo-Allen, 1991).

Il était important de considérer les comportements de cannibalisme dans les viviers d'entreposage, car ce phénomène est généralement activé par des fortes charges biotiques (Giudicelli, 1971, tiré de Chartois *et al.*, 1994). Les blessures causées par le cannibalisme constituent des voies d'entrée pour les germes pathogènes. Lors des mutilations, les pertes d'hémolymphe, dont le rôle dans la respiration et la constitution de réserves nutritives est important, limitent la capacité de réponse aux agressions extérieures et réduisent l'aptitude à lutter contre le jeûne (Chartois *et al.*, 1994). Tous ces facteurs peuvent intervenir dans la survie des organismes détenus en captivité.

À la fin de l'expérimentation, un prélèvement d'une section des pléopodes sur un échantillon d'individus a servi à déterminer

le stade de mue des homards après deux mois de conservation prolongée. Cette estimation du stade de mue avait pour objectif de valider les conclusions de l'étude de l'année précédente sur la température de conservation qui avait établi qu'à 10 °C, les processus physiologiques telle la mue sont ralentis. L'étude sur les charges biotiques de 2008, réalisée dans des bassins avec une température de l'eau à 10 °C, devrait permettre de valider que le processus de mue des homards à cette température est contrôlé et ralenti et que ce phénomène n'aura que peu d'impact sur le nombre de homards devenus impropres à la consommation et devant être exclus des viviers d'entreposage.

De plus, un autre échantillon des homards conservés comparés des individus de taille et de sexe équivalents provenant de la pêche a servi à effectuer une évaluation sensorielle de la chair ainsi qu'un rendement en chair. Ces tests permettaient de quantifier respectivement la qualité générale de la chair de homards récemment pêchés par rapport à des homards conservés ainsi que la perte musculaire après un jeûne de neuf semaines.

Dans un système à circuit fermé, l'élimination des produits toxiques (composés nitriques) d'excrétion ainsi que d'autres sources de matière organique en dégradation (cadavres) sous forme dissoute dans l'eau demeure un défi de chaque instant. En absence de traitement approprié de ces déchets, le milieu de détention devient rapidement incompatible à la survie des homards. La toxicité des rejets d'ammoniac et de nitrites, même en faible quantité, peut affecter la croissance, causer des dommages aux branchies et autres organes et peut prédisposer à des maladies (Colt et Armstrong, 1981). La biodégradation à l'aide d'un filtre colonisé par des bactéries dénitrifiantes devient alors nécessaire. Ce processus consiste en une « oxydation de l'azote ammoniacal en azote nitreux (nitrites) puis en azote nitrique (nitrates) qui sont des composés beaucoup moins toxiques pour les crustacés. Cette oxydation est réalisée par des micro-organismes aérobiques fixés sur un substrat » (tiré de Chartois *et al.*, 1994).

En somme, tous ces aspects doivent faire l'objet d'une attention soutenue dans un contexte de mise en charge optimisée des bassins de stabulation estivale avec un approvisionnement en eau majoritairement recirculée.

2. Matériels et méthodes

2.1 Les animaux

Au mois de juillet 2008, des homards ont été achetés auprès d'une entreprise de mise en marché de homards située à Grande-Rivière. Au total, 91 kg (200 lb) soit de homards vivants ont été répartis dans trois bassins expérimentaux. Les individus choisis étaient tous des mâles permettant ainsi d'éliminer les problèmes éventuels de production et d'extrusion d'œufs chez les femelles (Moisan *et al.*, 2008). La longueur céphalothoracique moyenne des homards était de 82,60 ± 1,33 mm, et ils étaient d'un poids moyen de 461,51g ± 26,54 g pour un nombre total de 197 individus.

Au moment de l'achat, les homards avaient des carapaces plus ou moins dures, mais comme c'est généralement le cas à cette période de l'année, il est supposé que plusieurs étaient en période de prémue, la mue se faisant généralement entre les mois de juillet et de septembre (MAPAQ, 2003). À leur arrivée au Centre aquacole marin de Grande-Rivière, les homards ont été identifiés individuellement à l'aide de petites étiquettes à numéro servant pour identifier les abeilles (*bee tags*). Ces étiquettes étaient fixées sur le céphalothorax sec des homards à l'aide d'une colle à prise instantanée. Les homards avaient préalablement été dégorgés 48 heures dans un vivier commercial avant d'être accueillis dans les trois bassins expérimentaux où ils étaient répartis selon les charges expérimentales. Ils ont été gardés à jeun avec des élastiques aux pinces pendant les neuf semaines et demie de l'expérimentation, c'est-à-dire du 8 juillet au 10 septembre 2008 dans le laboratoire humide du Centre aquacole marin du MAPAQ à Grande-Rivière.

2.2 Les conditions expérimentales

Trois bassins rectangulaires de 39 cm de haut par 159 cm de long par 49 cm de large, et d'un volume de 0,304 m³ alimentés en eau de mer recirculée ont servi à l'expérimentation. Le système de recirculation de l'eau de mer a été utilisé dans le but de réduire la consommation d'eau de mer et la quantité d'énergie nécessaire pour la refroidir et la maintenir à 10 °C sur une longue période. L'eau de mer était recirculée à 90 % en circuit fermé et 10 % d'eau neuve entrainé dans ce système. Un débit de 10 litres/minute assurant un renouvellement de trois fois le volume d'eau des bassins à l'heure était pompé. Ces trois bassins étaient installés en parallèle avec une entrée d'eau indépendante pour chacun d'eux permettant ainsi de mieux contrôler leur débit d'eau respectif. Les trop-pleins de ces trois bassins amenaient l'eau de rejet à travers un filtre biologique (voir photo 1) de fabrication artisanale pour y être dépurée. Lors de l'entreposage des homards en bassin, des déchets organiques (provenant principalement des cadavres et aussi de l'excrétion) sont produits et la dégradation bactérienne produit de l'ammoniac, un métabolite très toxique pour les organismes aquatiques (Chartois *et al.*, 1994). L'ammoniac, ainsi que ses sous-produits : les nitrites, ont été traités à l'aide d'un filtre biologique installé en aval des bassins d'expérimentation. Des échantillons d'eau ont été prélevés trois fois par semaine pour déterminer l'efficacité du filtre biologique et un dosage des trois produits précédemment énumérés a été effectué par colorimétrie. Ce biofiltre de type submergé était constitué de trois sections remplies de « billes » de média Kaldnes®, éventuellement colonisées par des bactéries dénitrifiantes (voir photo 2). Tout en traversant le média, l'eau était mise en contact avec les bactéries permettant ainsi de réduire la concentration de l'ammoniac et de nitrites provenant du métabolisme d'excrétion des homards.

La figure 1 (page suivante) présente le flux de l'eau dans le système de recirculation dans son ensemble.

Les charges biotiques suivantes ont été retenues pour valider la charge maximale pouvant être maintenue dans un bassin destiné à la conservation prolongée : 80, 100 et 120 kg de homards par mètre cube (kg/m³).



Photo 1. Sections du filtre biologique.



Photo 2. Particules de média Kaldnes®.

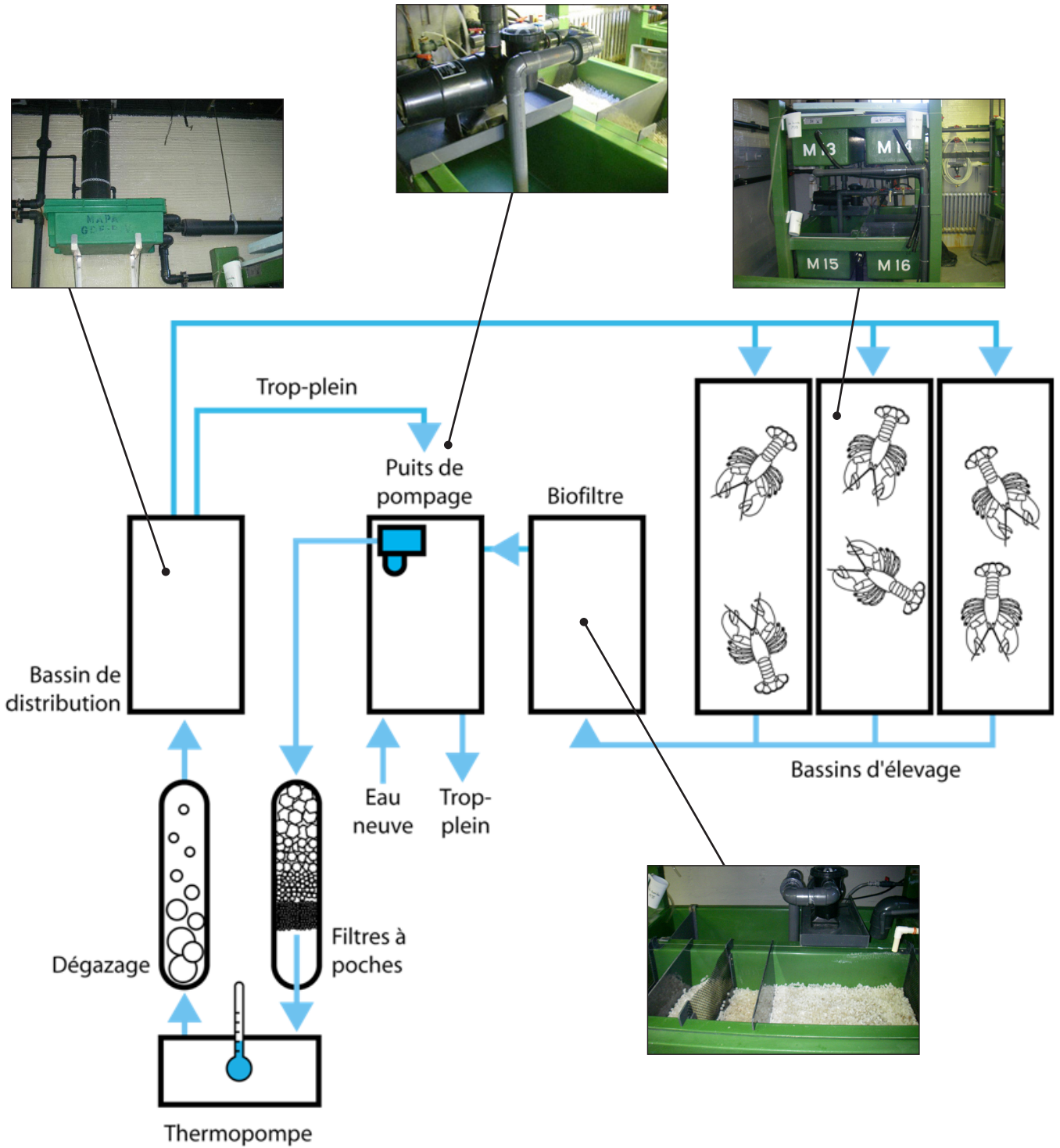


Figure 1 Flux général de circulation de l'eau dans les bassins expérimentaux.

2.3 Les conditions physicochimiques

La température, le taux d'oxygène à l'entrée et à la sortie ainsi que la salinité ont été mesurés à l'aide d'une sonde YSI une fois par jour. Des échantillons d'eau des trois bassins étaient prélevés trois fois par semaine au début de l'expérimentation pour le dosage colorimétrique de l'ammoniac, des nitrites et des nitrates à l'aide d'un colorimètre « SMART » de la compagnie LaMotte. Le pH était mesuré sur ces mêmes échantillons. Lorsque les concentrations de ces produits d'excrétion ont atteint une limite adéquate à la protection de la santé des organismes, les dosages étaient faits dans seulement deux des trois bassins, soit celui de 80 kg/m³ et celui de 120 kg/m³, et ce, deux fois par semaine. L'eau des trois bassins était refroidie et sa température maintenue au voisinage de 10 °C tout au long de l'expérimentation.

2.4 Le suivi des homards

La santé

L'état de santé des homards a été noté tout au long de l'expérimentation. Les mortalités, les mues ainsi que les pattes manquantes suite à des comportements de cannibalisme étaient compilées chaque matin de la semaine. Les homards qui initiaient leur mue étaient identifiés et isolés des autres individus dans un bassin distinct. Des cloisons étaient installées entre chaque homard mué afin de les isoler. Ils étaient ensuite nourris aux deux jours avec des crevettes. Toutefois, peu de homards ont été trouvés au moment de la mue ou peu de temps après, car ils ont possiblement été mangés par leurs congénères. Ils ont ainsi été comptabilisés globalement dans les mortalités. À la fin de l'expérimentation, le nombre d'individus mutilés a été comptabilisé et comparé aux conditions initiales qui ne comportaient que des homards sans aucune mutilation.

Dans le but d'évaluer la santé des homards à chacune des charges biotiques, un prélèvement de l'hémolymphe était fait chaque semaine ainsi qu'un dosage des protéines totales sanguines. Les prélèvements de l'hémolymphe pour le dosage des protéines du sang se sont échelonnés du 10 juillet 2008 au 4 septembre 2008 pour un total de neuf semaines. Chaque semaine, dix homards étaient échantillonnés aléatoirement dans chacun des trois bassins. Ces individus n'étaient remis dans les bassins qu'après que la totalité des individus de l'échantillon ait été prélevée, permettant ainsi d'éviter qu'un même homard ne soit pris deux fois. Un échantillon d'environ 0,5 ml d'hémolymphe était prélevé (voir photo 3) à partir du sinus péricardiaque via la mince membrane arthroïde située entre la marge postérieure de la carapace et de l'abdomen en utilisant des seringues hypodermiques jetables de 3 ml (Moisan *et al.*, 2008).

Ces 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 (%). En partant de la mesure Brix du réfractomètre, il est possible d'établir un indice de réfraction IR selon une équation de corrélation; ($IR = 0.0015 \times Brix + 1.3325$) établie par Leavitt & Bayer (1977). Il faut ensuite transformer cette valeur IR en concentration de protéines totales (mg/ml) en établissant une courbe étalon à l'aide de dilutions connues d'albumine commerciale par la méthode « Biuret »



Photo 3. Prélèvement d'hémolymphe.

dosées par spectrophotométrie. Leavitt et Bayer (1977), fournissent une équation de cette courbe étalon, permettant d'établir la concentration des protéines (protéines totales en mg/ml = $5449,417 \times IR - 7295,321$). Étant donné que le réfractomètre utilisé lors de ce volet était le même que lorsque l'étalonnage avait été effectué l'année précédente, il n'était pas nécessaire de refaire une courbe étalon (Jean Lavallée, comm.pers. 2008). La même équation a été utilisée pour le calcul des protéines totales.

La mue

À la fin de l'expérimentation, une section des pléopodes a été prélevée sur un échantillonnage aléatoire de 20 individus (soit 10 % de la population totale) en vue de déterminer, par l'examen au binoculaire, leur stade de mue. Des photos ont été prises pour permettre leur évaluation ultérieurement. L'exuviation, c'est-à-dire le détachement complet de l'ancienne carapace est précédée de changements de la cuticule de l'épiderme, qui se retire progressivement des marges de l'ancienne carapace. Les changements de l'épiderme permettent d'estimer l'évolution de la prémue et l'arrivée de l'exuviation en tant que telle (Aiken, 1980).

Pour ce faire, la marge du pléopode est examinée pour y détecter la rétraction de l'épiderme plus ou moins importante; plus le décollement est important, plus la mue est proche (voir photo 4). En deuxième lieu, l'examen du centre des pléopodes est réalisé pour y détecter l'apparition des organes qui produisent les soies (setae) et qui, à l'approche de l'exuvie, commencent à s'invaginer vers l'intérieur des pléopodes en prévision du détachement complet de l'ancienne carapace (voir photo 5). Pour évaluer précisément le stade de mue, des planches photographiques ainsi qu'une description des stades de mues sur les pléopodes selon Aiken (1973) ont été utilisées.

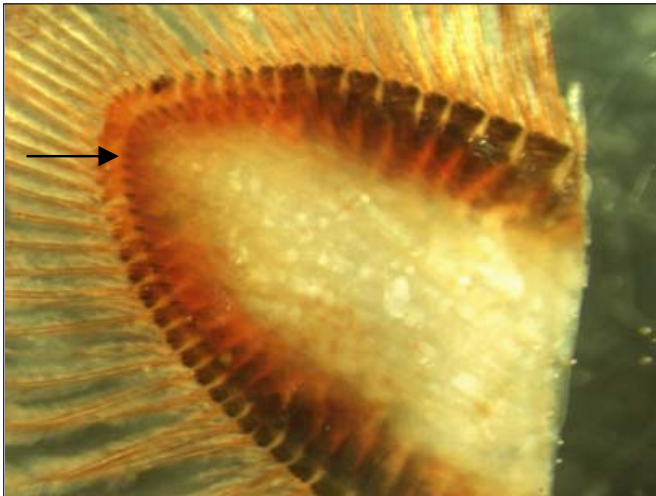


Photo 4. Rétractation de l'épiderme.

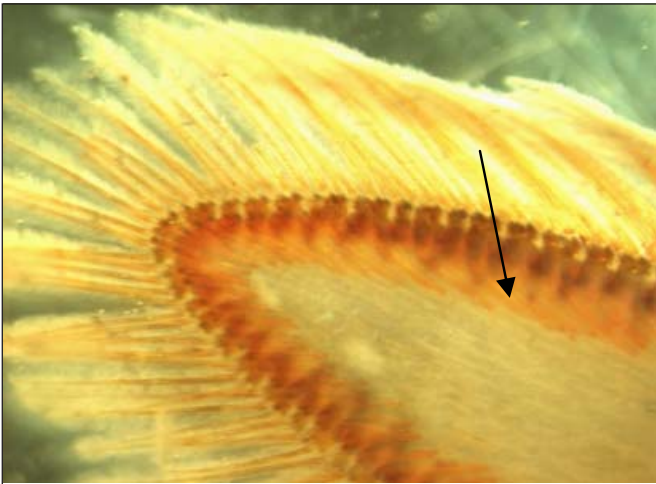


Photo 5. Invagination des soies.

Évaluation sensorielle et rendements en chair

Une évaluation sensorielle a été réalisée à la fin de l'expérimentation soit le 8 septembre 2008 au laboratoire de développement de produits du Centre technologique des produits aquatiques du MAPAQ à Gaspé. Douze homards conservés en bassins pendant neuf semaines et douze homards provenant de la pêche, utilisés comme témoins, ont servi à faire cette évaluation. Les homards d'environ 1 livre ont été cuits et présentés en sections numérotées dans une assiette servie sur un plateau de dégustation. Deux échantillons d'environ 20 à 30 g de chair provenant de la même partie de l'abdomen ou de la pince entière selon le cas, respectivement pour les homards conservés et les témoins de la pêche étaient placés dans le même plateau. Au total, 35 panélistes provenant du panel régulier de dégustation du MAPAQ ainsi que du personnel de l'UQAR basé à Gaspé ont évalué la chair des homards. Ceux-ci devaient donner leur appréciation personnelle sur la couleur, l'odeur, la texture et le goût de la chair des mêmes parties des deux types de homards en parallèle en cotant sur une échelle hédonique à neuf niveaux. Les panélistes devaient également répondre à une question sur l'échantillon préféré. Le questionnaire utilisé est présenté à l'annexe 1.

L'évaluation des rendements en chair a été effectuée sur les mêmes homards servant à l'évaluation sensorielle. Tous les homards ont été pesés vivants. Ils ont ensuite été cuits et refroidis pendant deux minutes dans un bain d'eau et de glace, puis pesés à nouveau. La queue, les pinces et les pattes ont été séparées du reste du corps pour permettre l'égouttage pendant deux minutes. Les sections ont été décortiquées et la chair a été pesée seule.

3. Résultats

3.1 Taux de mortalité (voir tableau 1)

(Charge biotique de 80 kg/m³)

Dans le bassin ayant une charge de 80 kg/m³, 53 homards y ont été placés pour atteindre la charge voulue. De ce nombre, treize individus sont morts tout au long de l'expérimentation, soit un pourcentage de 25,53 %.

(Charge biotique de 100 kg/m³)

Pour la charge intermédiaire de 100 kg/m³, 65 homards ont été nécessaires pour atteindre la charge voulue. De ce nombre, treize individus sont morts tout au long de l'expérimentation pour un pourcentage de 20,0 %.

(Charge biotique de 120 kg/m³)

Pour la charge la plus élevée, 79 homards ont été placés dans le bassin. De ce nombre, 23 individus sont morts tout au long de l'expérimentation pour un pourcentage de 29,11 %.

Tableau 1. Pourcentage de mortalité selon la charge biotique.

Charge biotique (kg/m ³)	Pourcentage (%)
80	25,53
100	20,00
120	29,11

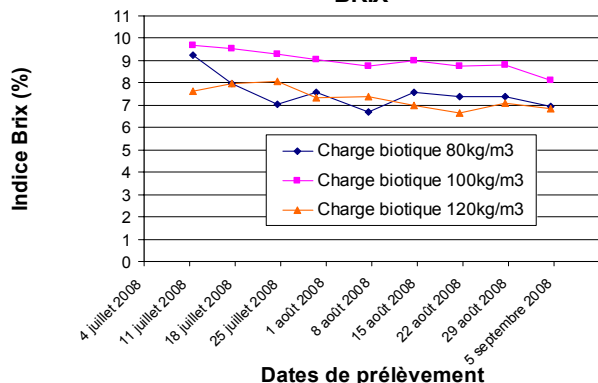
3.2 Concentration de protéines totales de l'hémolymphe

La concentration en protéines de l'hémolymphe des crustacés est un bon indicateur du stress que subissent ces organismes et de leur état de santé général. De façon générale, plus la valeur est élevée, plus la condition du homard est bonne. Cette mesure a été effectuée dans le but de quantifier l'effet négatif que des densités très fortes pourraient avoir sur les homards en bassins.

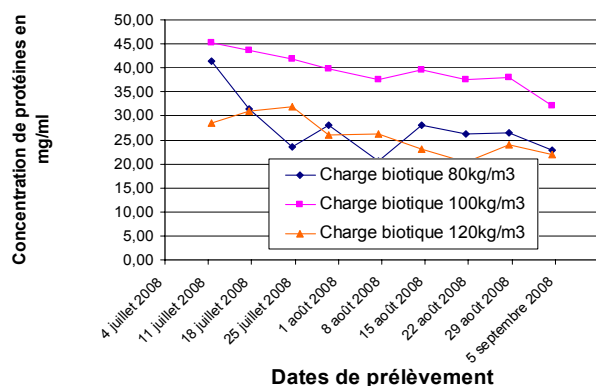
Dans les figure 2 a et 2 b, on peut observer que la courbe la plus élevée est celle des concentrations de protéines sanguines des homards conservés dans le bassin de densité intermédiaire de 100 kg/m³. La concentration moyenne est de 39,51 mg/l ou 8,99 % Brix.

Dans le bassin ayant une charge biotique de 80 kg/m³, la concentration moyenne des protéines sanguines est de 27,60 mg/l ou 7,53 % Brix. La plus petite valeur se retrouve dans le bassin avec la charge biotique la plus élevée, soit 120 kg/m³ avec une concentration moyenne de 25,91 mg/l ou 7,33 % Brix.

Concentration de protéines sanguines par l'indice BRIX



Concentration de protéines sanguines en mg/ml



Figures 2 a et b. Concentration des protéines sanguines dans les trois charges biotiques expérimentées soit : 80, 100 et 120 kg/m³ exprimée en indice BRIX(%) et en mg/l de protéines totales.

3.3 Mutilations

Dans la figure 3, le pourcentage d'individus ayant au moins une patte amputée par le cannibalisme a été comptabilisé à la fin de l'expérimentation. C'est dans le bassin ayant la charge biotique la moins élevée, soit 80 kg/m³, que le plus important pourcentage apparaît soit 57,5 % des individus qui portaient une mutilation d'au moins une patte. Venait ensuite la charge la plus élevée de 120 kg/m³ avec un pourcentage de 37,5 % et en dernier la charge intermédiaire de 100 kg/m³ avec un pourcentage de 34,6 %. Les homards n'étant pas nourris depuis neuf semaines, il a été noté que les comportements de cannibalismes ont été amplifiés vers la fin de l'expérimentation.

3.4 Détermination du stade de mue

L'examen au binoculaire de sections des pléopodes en triplicata sur un échantillon de 20 individus a permis de déterminer les stades de mues des homards ayant été conservés pour une période de neuf semaines (voir tableau 2).

La première manifestation visible de la mue est l'apolyse (Cobb et Phillips, 1980), ce qui correspond au décollement de l'épiderme (composé d'une couche unicellulaire) et de l'ancienne cuticule. Ce décollement, qui se produit plusieurs jours avant l'exuviation, n'est souvent perceptible qu'avec des méthodes de microscopie. C'est le stade D₀ 1.0.

Pourcentage de homards mutilés selon trois charges biotiques

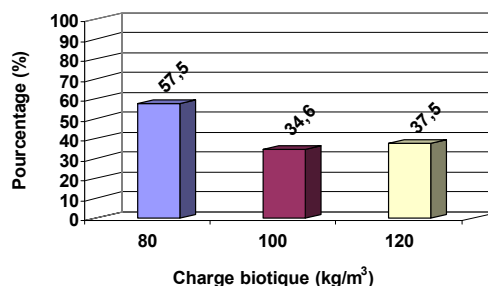


Figure 3. Pourcentage de homards ayant subi des mutilations sur au moins une patte.

Des 20 individus évalués, trois étaient à un stade « C₄ 0 » où il n'y a aucun signe de rétraction de l'épiderme, donc pas de mue à court terme. Sept sur 20 étaient à un stade « D₀ 1.0 » où les tout premiers signes de rétraction de l'épiderme sont visibles. Huit individus en étaient au stade « D₀ 1.5 » où l'épiderme se rétracte encore davantage. Un seul individu était au stade « D₀ 2.5 » où la rétraction de l'épiderme est évidente. Enfin, un dernier individu était au stade « D₂ 4.5 » où il apparaît clairement, en plus de la rétraction de l'épiderme, que les rayons des soies sont invaginés vers l'intérieur du pléopode, signe d'une mue imminente.

À une température de 10 °C, il est établi (Aiken, 1980) qu'un homard à un stade de prémue « D₀ 1.5 » met de 86 à 94 jours à arriver à l'exuvie. Des homards « D₀ 2.5 » mettent entre 48 et 52 jours à arriver à l'exuvie. On peut noter, d'après les résultats précédemment décrits, que la grande majorité (19/20) des homards de l'échantillon des individus conservés pendant neuf semaines n'étaient pas proches de la mue.

3.5 Concentration des composés azotés

La figure 4 illustre que le niveau d'ammoniac a augmenté à une valeur de 0,04 mg/l (ppm) dès l'introduction des homards dans les bassins le 8 juillet 2008. Au cours des jours qui ont suivi, le taux d'ammoniac a, de façon générale, graduellement diminué sauf pour le 23 et le 28 juillet ainsi que le 29 août où la concentration a augmenté momentanément pour redescendre les journées suivantes.

Parallèlement à cette tendance, la concentration des nitrites, produits de l'oxydation de l'ammoniac par les bactéries présentes dans le filtre biologique, s'est mise à augmenter à partir du 14 juillet, soit six jours après l'introduction des homards, atteignant 1,42 mg/l le 1^{er} août 2008. Les niveaux ont par la suite diminué graduellement jusqu'à atteindre une concentration minimale de 0,23 mg/l.

La courbe des nitrates (figure 4) démontre une augmentation continue dès l'introduction des homards, sauf pour le 6 août où on peut observer un point erratique. À partir du 8 août, les valeurs de nitrates ont atteint la limite supérieure de détection de l'appareil où les valeurs exactes ne peuvent plus être quantifiées.

Tableau 2. Stades de mue sur des pléopodes prélevés le 24 septembre 2008

Homard N°	Stade de mue	Homard N°	Stade de mue
H1	D ₀ 1.5	H11	D ₀ 1.5
H2	D ₀ 1.0	H12	D ₀ 1.5
H3	D ₀ 1.5	H13	D ₀ 1.5
H4	D ₀ 1.5	H14	C ₄ 0
H5	D ₀ 1.0	H15	D ₀ 1.0
H6	D ₀ 1.5	H16	C ₄ 0
H7	D ₀ 2.5	H17	C ₄ 0
H8	D ₀ 1.0	H18	D ₀ 1.0
H9	D ₂ 4.5	H19	D ₀ 1.0
H10	D ₀ 1.5	H20	D ₀ 1.0

Légende :

- C₄ 0 : Intermue : pas de rétraction de l'épiderme.
- D₀ 1.0 : Phase passive de la prémue : premier signe de l'apolyse.
- D₀ 1.5 : Phase passive : l'épiderme commence à se rétracter des nodules terminaux de la cuticule, peut avoir l'apparence d'une double ligne.
- D₀ 2.5 : Phase passive : le maximum de rétraction de l'épiderme, ne touche plus les nodules de la cuticule.
- D₁ 3.0 : Phase active de la prémue : irréversible.
- D₁ 3.5 : Phase active : l'invagination des papilles des soies est clairement visible.
- D₁ 4.0 : Phase active : les soies sont visibles mais les extrémités pas totalement définies.
- D₂ 4.5 : Formation de la nouvelle exocuticule; les rayons des soies sont invaginés au maximum de leur longueur, les barbules au bout commencent à être visibles.

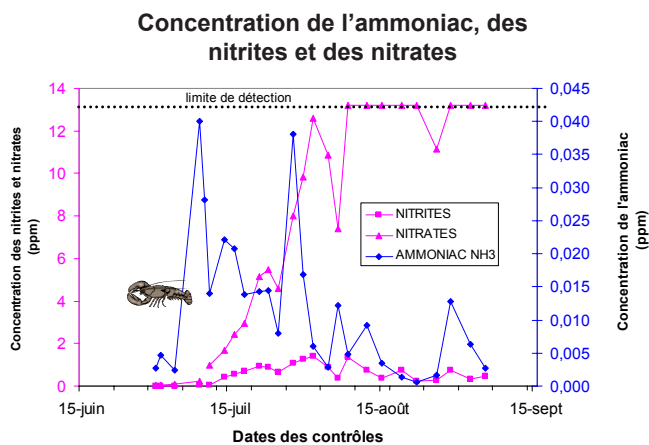


Figure 4. Évolution des concentrations de l'ammoniac, des nitrites et des nitrates au cours de l'expérimentation.

3.6 Salinité et oxygène dissous de l'eau des bassins

La salinité ainsi que la concentration de l'oxygène dissous de l'eau des trois bassins d'expérimentation ont été également notées tout au cours de l'expérience afin de savoir si les homards étaient soumis à des conditions physiques analogues. Des salinités variant de 26,2 à 29,6 ppt (parties par mille) ont été observées (voir figure 5). Ces variations se sont faites très graduellement au cours de l'été, n'ayant que peu d'influence sur la santé des homards puisqu'elles sont demeurées dans les écarts normaux rencontrés en zone côtière gaspésienne pour cette espèce. Les concentrations en oxygène dissous se sont situées entre 70,10 et 101,60 % de saturation dans les trois bassins tout au long de l'expérimentation (voir figure 6)

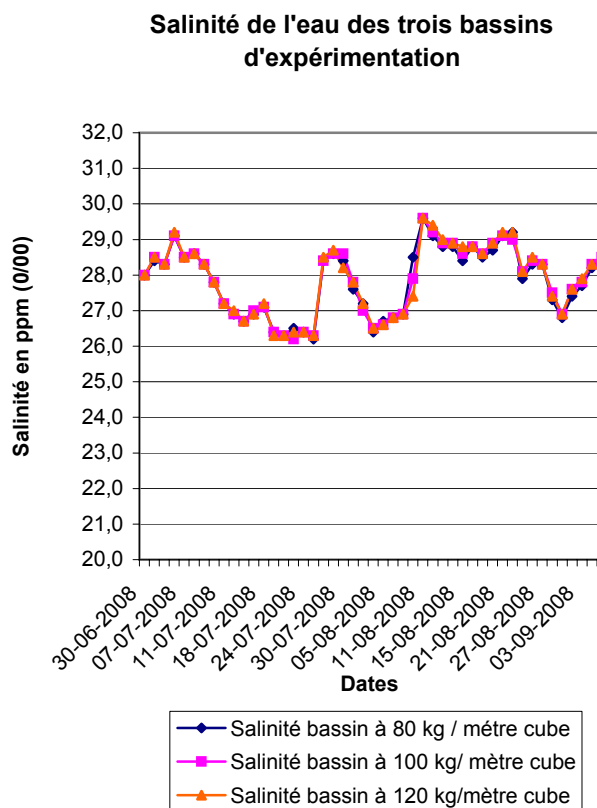


Figure 5. Salinité mesurée dans les trois bassins d'expérimentation.

Oxygène dissous de l'eau des trois bassins d'expérimentation

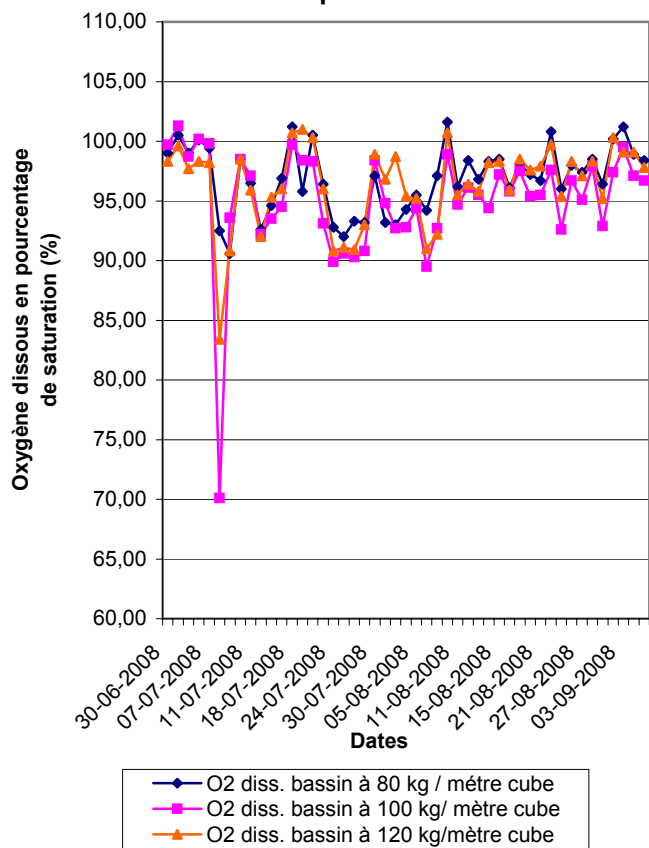


Figure 6. Oxygène dissous en pourcentage de saturation % dans les trois bassins d'expérimentation.

3.7 Évaluations sensorielles et rendements en chair

Ces analyses avaient pour but d'évaluer l'acceptabilité de la qualité de la chair des homards conservés neuf semaines en bassin dans une eau à 10 °C et de les comparer à des homards de même taille et de même sexe venant d'être pêchés. Les résultats qui suivent proviennent d'un rapport élaboré par Madame Noëlla Coulombe et Monsieur Luc Leclerc du CTPA du MAPAQ à Gaspé qui ont réalisé, compilé et analysé les résultats de ces évaluations. Le tableau 3 présente les cotes moyennes d'acceptabilité pour les critères de couleur, d'odeur, de texture et de goût avec leur écart-type. Le tableau 4 établit les préférences des panélistes en pourcentage et les annexes 2 et 3 énumèrent les commentaires personnels des panélistes. Pour chacun des critères analysés, les homards ont reçu une cote d'acceptabilité moyenne positive supérieure à 7. Ces cotes moyennes se situent entre « me plaît moyennement » et « me plaît beaucoup », excepté une cote de 6,9 pour le goût du homard en conservation prolongée. Les cotes moyennes obtenues varient de 6,9 à 7,9 pour les homards en conservation prolongée et de 7,7 à 7,8 pour les homards témoins. Les critères de texture et de goût sont jugés un peu sévèrement pour le homard en bassin. En effet, les panélistes le trouvent légèrement plus ferme et coriace par rapport au homard témoin. En ce qui concerne le goût, les panélistes apprécient davantage le homard témoin qui est plus goûteux et plus frais que le goût du homard en bassin (Coulombe et Leclerc, 2008).

Le tableau 5 présente les rendements moyens des deux lots de homards. Le rendement de 26 % en chair du homard témoin avant cuisson est de 5 % supérieur à celui du homard en conservation prolongée qui est de 21 %. Les annexes 2 et 3 montrent les résultats détaillés pour chacun des homards.

Tableau 3 : Cotes moyennes d'acceptabilité des homards en conservation prolongée et des homards de la pêche (témoins) avec leur écart-type.

Identification	Nombre de panélistes	Couleur Moyenne (écart-type)	Odeur Moyenne (écart-type)	Texture Moyenne (écart-type)	Goût Moyenne (écart-type)
Homard en conservation prolongée	35	7,9 (1,1)	7,3 (1,2)	7,0 (1,3)	6,9 (1,6)
Homard témoin	35	7,8 (1,1)	7,7 (1,1)	7,7 (1,1)	7,7 (1,2)

Tableau 4 : Préférence des panélistes envers les homards conservés versus les homards de la pêche (témoins).

Identification	Nombre de panélistes	Préférence en %
Homard en conservation prolongée	9	27
Homard témoin	24	73

Tableau 5 : Rendements en chair moyens des homards en conservation prolongée et des homards témoins.

Identification	Poids moyen du homard			Rendement en chair par rapport au poids des homards		
	Avant cuisson (g)	Après cuisson (g)	Après égouttage (g)	Avant cuisson (%)	Après cuisson (%)	Après égouttage (%)
Homard en conservation prolongée n=10	456	440	362	21	22	26
Homard témoin n=10	431	423	362	26	26	30

4. Discussion

La mesure des protéines totales dans l'hémolymphe des homards est une méthode fiable permettant d'estimer 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 (Ozby and Riley, 2002). L'hémocyanine agit comme un tampon acide-base du sang de homards et 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.

4.1 Taux de mortalité

Les taux de mortalité dans les trois charges expérimentées ont été importants. L'hypothèse de départ voulant que les charges biotiques élevées ne soient pas adéquates pour offrir des conditions favorables à la conservation prolongée des homards s'est confirmée pour la charge maximale de 120 kg/m³. Cependant, la charge biotique ayant le deuxième taux de mortalité le plus élevé est la moins élevée des trois, soit celle à 80 kg/m³. On peut établir un lien avec le pourcentage d'individus mutilé qui est le plus élevé dans cette même charge biotique. La densité de homards étant moins élevée par unité de surface, les homards étaient moins confinés, et avaient alors plus le loisir de se déplacer et ainsi trouver les individus affaiblis et les dévorer.

Un élément important pouvant expliquer ces taux élevés de mortalité concerne le substrat du filtre biologique. En effet, servant au traitement de l'eau de mer des bassins d'expérimentation, le substrat n'aurait pas été conditionné sur une assez longue période avant l'introduction des homards. Comme le suggèrent les auteurs Collins *et al.* (1975), Liao et Mayo (1974) cités dans Colt et Armstrong (1981), la croissance lente des bactéries dénitrifiantes qui colonisent les substrats des filtres peut provoquer des quantités d'ammoniac et de nitrites pouvant être létales si un conditionnement inadéquat du substrat n'est pas fait au préalable. Les contraintes de temps et d'installation de l'équipement ont empêché la colonisation adéquate

du substrat et la mise en place d'un processus de dénitrification efficace pour les premières semaines de conservation des homards. Selon la littérature, des lésions aux branchies et aux organes internes ont pu affecter la santé des organismes et réduire leur survie (Colt et Armstrong, 1981). Ces auteurs écrivent que la toxicité des nitrites affecte le transport de l'oxygène. De plus, ils entraînent l'oxydation d'importants composés et occasionnent des dommages aux tissus.

4.2 Concentration de protéines totales de l'hémolymphe

Les moyennes des protéines sanguines des homards dans les trois charges biotiques sont en deçà de 10 % Brix. Il est présentement reconnu dans l'industrie du commerce du homard qu'une lecture de 10 sur l'index Brix est considérée comme la limite entre les homards de « bonne qualité » et les homards de « très bonne qualité. » (comm.pers. Jean Lavallée, 2008). Cette affirmation ne tient pas compte de tous les aspects pouvant affecter ces valeurs comme le stade de mue, l'état de jeûne, etc. Cependant, on peut considérer que plus les valeurs Brix se rapprochent de 10 et au-delà, moins les homards rencontrent des conditions stressantes d'entreposage.

Comme mentionné au point 4.1, le fonctionnement inadéquat du filtre biologique du système de recirculation au début de l'expérimentation a provoqué l'accumulation dans l'eau de composés azotés toxiques pour les crustacés. Il est reconnu que ces produits ont un impact négatif sur la santé des homards. Les concentrations relativement faibles de protéines dans l'hémolymphe des homards échantillonnés hebdomadairement dans les trois bassins de conservation démontrent que la santé des organismes a été affectée.

Toutefois, on peut observer une moyenne plus élevée de protéines dans l'hémolymphe des homards dans le bassin à la charge biotique intermédiaire de 100 kg/m³. Les homards étaient donc en meilleure condition. La plus faible valeur se retrouve dans la charge biotique la plus élevée, confirmant ainsi l'hypothèse de départ qui supposait que cette charge était inadéquate pour préserver une bonne condition de détention des homards à long terme. La charge la plus faible (80 kg/m³) montre très peu d'avantages comparativement à la charge la plus élevée, c'est-à-dire qu'elle est peu adéquate pour la conservation prolongée du homard. À cette densité, les homards avaient la possibilité de se mouvoir donc, un plus grand potentiel pour effectuer des comportements d'agression envers les individus les plus faibles, ce qui a été mis en lumière par le nombre élevé d'organismes mutilés.

4.3 Mutilations

Les homards sont des organismes ayant des comportements agressifs envers leurs congénères lorsqu'ils sont mis dans un espace clos sans abris pour se dissimuler. Des comportements de cannibalisme sont fréquemment observés dans les viviers, et ce, même lorsque les pinces sont immobilisées par des élastiques. Ces comportements sont le plus souvent dirigés vers les individus les plus faibles incluant ceux qui initient leur mue. De plus, il est plausible que plus la période de jeûne est longue, plus les comportements de cannibalisme seront fréquents et intenses.

C'est dans le bassin ayant la charge biotique la moins élevée, soit à 80 kg/m³ de homards, que le pourcentage de présence de mutilations est le plus élevé. Les conditions de détention étant les mêmes dans les trois bassins, sauf pour la quantité de homards par mètre cube, il est supposé qu'en ayant plus d'espace pour se déplacer, les homards vigoureux sont plus enclins à trouver les homards affaiblis et à pratiquer le cannibalisme. Dans les bassins aux charges plus élevées, les densités étaient telles que les homards étaient très restreints dans leurs mouvements et étaient littéralement empilés. Il arrivait que les élastiques aux pinces se brisent ou sortent des pinces donnant ainsi plus de possibilités d'agression. Il serait important d'empêcher autant que possible les homards d'utiliser leurs pinces en effectuant une surveillance étroite de la présence et du bon état des élastiques.

4.4 Détermination du stade de mue

Au Québec, la pêche au homard se fait au printemps pour éviter la période de mue qui se fait normalement entre les mois de juillet et septembre et qui est initiée par l'augmentation de la température de l'eau. La conservation prolongée en bassins doit se faire à une température d'eau qui permettra de ralentir ce processus pendant plusieurs semaines chez la majorité des individus. Les expérimentations effectuées au CAMGR à l'été 2007 avaient permis de déterminer que la température optimale pour la conservation est de 10 °C. Cette température a donc été utilisée pour les présentes expérimentations. À la lumière des résultats précédemment décrits, il apparaît clairement, après les neuf semaines de conservation, que le processus de mue a été retardé dans l'échantillon évalué. Ainsi, 95 % des individus de l'échantillon étaient à un stade de mue peu avancé à la fin de l'expérience soit le 10 septembre. Selon Aiken (1986), à cette température, les homards peuvent mettre encore de 48 à 94 jours pour arriver à la mue proprement dite, et ce, dépendamment du stade de mue initial au moment de la mise en charge.

4.5 Concentration des rejets de homards

Selon Chartois *et al.* (1994), de trois à six semaines sont nécessaires pour obtenir un développement adéquat des colonies bactériennes effectuant la nitrification. Dans des conditions idéales, il aurait été souhaitable d'atteindre un équilibre entre la production d'ammoniac et son oxydation en nitrates avant l'introduction des organismes. Ainsi, Colt et Armstrong (1981), ont établi que dans un système à recirculation d'eau bien conditionné, le taux d'oxydation de l'ammoniac doit être égal au taux d'oxydation des nitrites et ceux-ci doivent être à de faibles concentrations. Malheureusement, lors de cette expérimentation il n'a pas été possible d'avoir un délai convenable

avant l'introduction des organismes pour le conditionnement adéquat du filtre biologique servant au traitement de l'eau des bassins. Ainsi selon les concentrations mesurées d'ammoniac, et de nitrites, composés toxiques pour les organismes aquatiques, il aurait fallu environ trois semaines pour que les bactéries dénitrifiantes soient en densités assez importantes pour oxyder ces composés en nitrates. Une concentration élevée de nitrates est le résultat normal de la conversion des produits toxiques en sous-produits inoffensifs, ce qui a été observé dès la fin du mois de juillet ainsi que pour tout le reste de l'expérimentation.

Pendant cette exposition, des dommages non mesurés, mais très probables, ont affecté la condition de santé et par le fait même, leur taux de survie. Colt et Armstrong (1981), ont déterminé que la toxicité des rejets d'ammoniac et de nitrites même en faible quantité peut affecter la croissance, causer des dommages aux branchies et autres organes et peut prédisposer à des maladies.

4.6 Évaluation sensorielle et rendements en chair

Les résultats de l'évaluation sensorielle indiquent qu'il y a probablement une différence, surtout pour le goût et la texture, entre le homard conservé et le homard fraîchement pêché, mais qui serait perceptible seulement par un consommateur averti, puisque le panel de dégustateurs de Gaspé est habitué à la consommation de homard frais. Le résultat sur la question de préférence est une autre indication intéressante puisque 24 panélistes sur 35 optent pour le homard témoin de la pêche. Dans l'ensemble, les résultats indiquent que dans tous les cas, les homards ont plu avec les cotes de 7 et plus. Il faut rappeler que l'évaluateur attribue des cotes individuelles à deux échantillons simultanés et peut donc difficilement faire abstraction d'une certaine comparaison entre les deux. La performance d'un premier échantillon peut donc influencer le résultat sur le second (Coulombe et Leclerc 2008).

Le pourcentage de chair par rapport au poids total avec la carapace des homards provenant de la pêche n'est que de 5 % supérieur aux homards conservés et ayant jeûné pendant neuf semaines. Par ailleurs, du point de vue économique, si cette perte en chair est extrapolée sur plusieurs centaines, voire des milliers, de homards maintenus en entreposage, cela peut s'avérer une perte monétaire non négligeable. Il sera alors nécessaire que le prix de vente à la fin de la conservation prolongée soit assez élevé pour compenser ces pertes. Les crustacés démontrent une capacité de jeûner très grande due à la présence de l'hémocyanine qui représente 75 à 100 % des protéines de l'hémolymphe. Ainsi Chartois *et al.* (1994), évoquent le fait que cette protéine constitue une réserve de protéines alimentaires utilisables en absence prolongée de nourriture et à ce titre, joue un rôle dans la capacité des crustacés à supporter le jeûne. L'hémocyanine est aussi responsable du transport de l'oxygène dans le sang, par ailleurs, une utilisation de cette protéine lors du jeûne risque d'affecter la respiration des homards. Il est donc important de maintenir ceux-ci dans une eau froide compte tenu d'une meilleure dissolution de l'oxygène à de faibles températures.

5. Conclusion

Le volet 1 a permis de déterminer la température optimale pour la conservation prolongée du homard en viviers pour une

courte période comme l'été. En effet, une température de 10 °C semblait être adéquate pour la contention prolongée puisque l'on y observait un taux de protéines assez élevé indiquant une bonne santé chez les homards. De plus, ils affichaient peu de variations dans la concentration de protéines au cours de l'été, ce qui démontrait que les processus physiologiques et le stress étaient assez bien contrôlés. Par ailleurs, refroidir l'eau naturelle de 17 °C à son plus chaud pendant l'été jusqu'à 10 °C était moins coûteux en énergie qu'un refroidissement à 5 °C. Il a été déterminé que les mâles semblaient être de meilleurs candidats à la conservation prolongée étant moins influencés par les variations de température que les femelles qui étaient susceptibles d'extruder leurs œufs au cours de la détention.

En partant de ces prémisses, le volet 2 de ce projet avait pour objectifs de déterminer la charge biotique maximale permettant de conserver les homards en bonne condition le plus longtemps possible. Aux fins de l'expérimentation, un nouveau système de recirculation de l'eau en bassin a été mise en place et son fonctionnement documenté. Ceci était une façon de réduire la facture énergétique en réduisant la quantité d'eau neuve à refroidir au plus fort de l'été.

Les principales conclusions obtenues démontrent que le fonctionnement inadéquat du système d'épuration de l'eau de rejet pour les trois premières semaines de l'expérimentation a contribué au haut taux de mortalité rencontré dans les trois charges biotiques en maintenant des concentrations élevées de produits toxiques pour les homards. Il est nécessaire de conditionner le filtre biologique d'un tel système au moins trois semaines avant l'introduction des organismes. L'inoculation du filtre au moyen d'un concentré commercial de bactéries dénitrifiantes aurait été une option intéressante pour accélérer le processus. L'utilisation d'un système de recirculation de l'eau à de tels volumes et débits était une première au CAMGR, et de ce point de vue, cette expérimentation a permis de bâtir l'expertise nécessaire pour d'autres projets en recirculation. Le stress subi par les homards à chacune des charges biotiques a été évalué par le dosage des protéines sanguines totales et les résultats démontrent que c'est dans la charge biotique de 100 kg de homards par mètre cube que ceux-ci sont en meilleure condition. C'est également dans le bassin avec la charge de 100 kg/m³ que l'on retrouve le moins d'organismes ayant des mutilations. Le pourcentage le plus élevé de mutilations se retrouve dans le bassin à la charge de 80 kg/m³ où il est présumé que la possibilité de se mouvoir des homards a accru les comportements de cannibalisme. En ce qui concerne la charge la plus élevée, soit celle à 120 kg/m³, la densité est trop élevée et elle provoque beaucoup de stress.

L'expérimentation ayant commencé au début du mois de juillet, où la température de l'eau est en forte augmentation hebdomadaire et où la mue du homard peut survenir incessamment, il est intéressant de constater que sur l'échantillon de homards examinés, la majorité avait un stade de mue très peu avancé à la fin des neuf semaines de l'expérimentation, ce qui indique que la conservation prolongée en eau refroidie à 10 °C peut retarder la mue chez la majorité des individus.

L'évaluation sensorielle, qui visait à évaluer différents paramètres de la chair des homards conservés versus des homards fraîchement pêchés disponibles dans les poissonneries, a démontré que les homards de conservation prolongée obtenaient des cotes d'acceptabilité moyenne positive (variant

de « me plaît moyennement à me plaît beaucoup » exceptée pour le goût avec une cote très proche avec 6,9. Cependant, les cotes pour les homards frais de la pêche étaient légèrement plus élevées. Les panélistes ont trouvé la chair du homard conservé en général plus ferme, coriace et plus fade par rapport aux homards de la pêche. En référence aux cotes moyennes du test d'acceptabilité, les résultats démontrent que le panel de consommateurs fait peu de différence entre les homards conservés et ceux de la pêche. Ce panel étant constitué « d'experts » dans le domaine de la dégustation de produits de la mer, il est assumé qu'un consommateur « occasionnel » de homards, et ne pouvant pas comparer simultanément avec un homard de la pêche, y verrait encore moins de différence. Pour ce qui est du rendement en chair, une différence de 5 % de moins pour le homard conservé a été mesurée. Cette baisse est peu préjudiciable pour la survie des homards qui font souvent des jeûnes dans la nature lors de la mue ou de la reproduction.

Du point de vue économique, cette perte de masse doit être évaluée par rapport au prix obtenu sur le marché à une période où il n'y a plus de homards vivants de la Gaspésie dans les poissonneries.

6. Références

- Aiken D.E. 1973. Proecdysis, setal development, and molt prediction in the American lobster (*Homarus americanus*). J.Fish. Res. Board Can. 30, 1337-1344.
- Aiken, D.E. 1980. Molting, Growth. Chapter 2 in The biology and management of lobsters, volume 1 Physiology and Behavior. Edited by J. Stanley Cobb and Bruce F. Phillips. Academic Press, 1980.
- Chartois, H., Latrouite, D., Le Carré, P. 1994. Stockage et transport des crustacés vivants. Rapport Internes de la Direction des Ressources Vivantes de l'Ifremer. RI DRV 94-09 RA-RH/ Brest
- Cobb, J.S., B.F. Phillips. 1980. The Biology and Management of Lobsters. Volume 1 Physiology and Behavior. Academic Press, 1980. 463 pages.
- Colt, J.E., D.A. Armstrong. 1981. Nitrogen Toxicity to Crustaceans, Fish, and Molluscs. In Bio-Engineering for fish culture (FCS Publi.1)34-47.
- Coulombe, N, L. Leclerc. 2008. Rapport d'analyse MAPAQ. Évaluation des rendements et évaluation sensorielle de homards en conservation prolongée et de homards de la pêche. Gaspé. 18 pages.
- Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec. 2003. Monographie Le Homard. Direction des analyses et des politiques. Gouvernement du Québec. 103 p.
- Moisan, N, C.Cauvier, F. Coulombe. 2008. Conservation prolongée du homard. MAPAQ, DIT. Rapport de R-D n° 171. 9 pages.
- Ozby, G, J.G. Riley. 2002. An analysis of refractometry as a method of determining blood total protein concentration in the American lobsters *Homarus americanus*(Milne Edwards). Aquaculture Research. 33, 557-562.
- 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.
- Söderhäll, K., L. Cerenius. 1992. Crustacean immunity. Annu. Rev. Fish Dis., 3-23.

ANNEXES

Annexe 1
Questionnaire de dégustation

DÉGUSTATION DE HOMARD

Test d'acceptabilité

NOM : _____

DATE : _____

1. Déguster l'échantillon _____ et encircler votre appréciation personnelle selon les critères suivants :

	Me plaît énormément	Me plaît beaucoup	Me plaît moyennement	Me plaît un peu	M'est indifférent	Me déplaît un peu	Me déplaît moyennement	Me déplaît beaucoup	Me déplaît énormément
- Couleur	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Commentaires:	_____								
- Odeur	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Commentaires:	_____								
- Texture	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Commentaires:	_____								
- Goût	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Commentaires:	_____								

2. Déguster l'échantillon _____ et encircler votre appréciation personnelle selon les critères suivants :

	Me plaît énormément	Me plaît beaucoup	Me plaît moyennement	Me plaît un peu	M'est indifférent	Me déplaît un peu	Me déplaît moyennement	Me déplaît beaucoup	Me déplaît énormément
- Couleur	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Commentaires:	_____								
- Odeur	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Commentaires:	_____								
- Texture	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Commentaires:	_____								
- Goût	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Commentaires:	_____								

3. Lequel des 2 échantillons préférez-vous?

CODE _____ COCHER L'ÉCHANTILLON PRÉFÉRÉ _____

COMMENTAIRES : _____

Annexe 2

Préférence des panélistes concernant l'évaluation des homards en conservation prolongée.

CRITÈRE	NO PANÉLISTE ⁽¹⁾	PARTIE DU HOMARD	COTE	COMMENTAIRES
COULEUR	9	2	9	Couleur typique du homard.
	11	3	9	Bien rouge, j'aime ça.
	18	1	8	Chair rosée à l'intérieur.
	19	2	9	Pigmentation plus prononcée que l'autre échantillon.
	32	6	7	Couleur rouge-brun.
	41	1	7	Chair couleur orangée, me plaît un peu moins que l'autre échantillon.
	53	6	8	Plus lustré, mais la couleur est comparable à l'échantillon précédent.
ODEUR	11	3	7	Bonne odeur de homard frais.
	18	1	9	Odeur de mer.
	32	6	4	Même odeur que lors de la cuisson, odeur forte.
	34	4	7	Très léger.
	53	6	5	Peu d'odeur.
TEXTURE	9	2	7	Plus coriace que l'autre échantillon et que les queues du homard en général.
	18	1	7	Très ferme.
	29	1	6	Plus ferme.
	32	6	4	Manque de résistance, plein d'eau.
	33	5	7	Un peu sèche.
	53	6	6	Plus coriace.
GOÛT	18	1	7	Arrière-goût farineux.
	19	2	9	Impression d'être plus relevé, plus salé. Bon goût de homard frais.
	29	1	6	Pas assez salé.
	33	5	7	Manque de jus et de saveur.
	48	5	7	Goût peu prononcé, fade.
	53	6	6	Peu de goût.

⁽¹⁾ Le numéro du panéliste correspond au numéro qui lui est attribué sur la liste des panélistes de la DIT.

Annexe 3

Préférence des panélistes concernant l'évaluation des homards témoins de la pêche.

CRITÈRE	NO PANÉLISTE ⁽¹⁾	PARTIE DU HOMARD	COTE	COMMENTAIRES
COULEUR	9	2	9	Couleur typique du homard.
	11	3	6	Moins coloré, attire moins l'œil.
	28	2	8	Plus pâle, moins rosé. Je préfère la chair couleur rosée.
	41	1	7	Chair couleur orangée, me plaît un peu moins.
	43	1	7	Pâle, terne, donne l'impression d'être moins frais que 891(stabulation), qui plus rouge.
	46	4	5	Trop pâle à mon goût, manque de pigments.
	48	5	8	Belle couleur de chair blanche.
ODEUR	11	3	6	Odeur plus fade.
	18	1	8	Odeur moins prononcée.
	33	5	6	Pas beaucoup d'odeur de homard.
TEXTURE	9	2	9	Typique de la queue du homard.
	18	1	8	Chair croustillante.
	19	2	9	Plus tendre.
	29	1	9	Très tendre.
	32	6	8	Bout de pinces un peu pâteux.
	33	5	8	Chair plus spongieuse et moins salée.
	34	4	7	Plus caoutchouteux, ferme, filaments.
	38	5	6	Un peu trop tendre.
	43	1	8	Moins ferme.
	46	4	5	La texture est moins ferme que d'habitude.
GOÛT	18	1	8	Goût plus sucré.
	19	2	8	Bon goût de homard frais.
	29	1	9	Juteux et bien salé, très goûteux.
	34	4	7	Moins salé, moins goûteux.
	46	4	5	Goûte l'eau, c'est moins fort.
	48	5	8	Un peu sucré, délicieux.

⁽¹⁾ Le numéro du panéliste correspond au numéro qui lui est attribué sur la liste des panélistes de la DIT.

