



Projet pilote de l'élevage de l'omble de fontaine et de l'omble chevalier avec de l'eau provenant de confluent de la rivière aux Outardes à la Pisciculture Côte-Nord inc.

Rapport final

Dossier n° 710.116

Rapport commandité par la SODIM

Mai 2006

Rapport final

**Projet pilote de l'élevage de l'omble de fontaine et de l'omble chevalier avec de l'eau
provenant du confluent de la rivière aux Outardes à la
Pisciculture Côte-Nord Inc.**

**Robert Champagne, ingénieur
Sébastien Dupuis, technicien aquacole
Dominic Marcotte, ingénieur
Richard Morin, biologiste**

Mai 2006

Table des matières

| | |
|--|----|
| 1. Introduction..... | 1 |
| 2. Description du projet-pilote..... | 1 |
| 3. Résultats et analyses..... | 1 |
| 3.1 Température et salinité..... | 1 |
| 3.2 Croissance des poissons..... | 8 |
| 3.3 Performances des systèmes de traitement de l'eau..... | 11 |
| 3.4 Évaluation du coût de production..... | 12 |
| 3.5 Coûts de production..... | 17 |
| 4. Conclusion..... | 20 |
| 5. Références..... | 20 |
| Annexe 1 : Projet-pilote Pisciculture Côte-Nord..... | 21 |
| Annexe 2 : Rapport du suivi de performance septembre 2004..... | 30 |
| Annexe 3 : Rapport du suivi de performance octobre 2005..... | 39 |
| Annexe 4 : (à venir) | |

Liste des figures

| | | |
|-----------|---|----|
| Figure 1 | Températures moyennes journalières sur une période de 1 an en 2002-2003 dans la prise d'eau à la Pisciculture Côte-Nord | 2 |
| Figure 2 | Températures et salinités dans la prise d'eau lors de grandes marées mensuelles entre le 30 janvier et le 8 février 2003 | 3 |
| Figure 3 | Températures et salinités dans la prise d'eau lors de grandes marées mensuelles entre le 27 juillet et le 5 août 2002 | 3 |
| Figure 4 | Profil de la température et de la salinité dans les bassins piscicoles (bassin #2) du 18-12-2003 au 28-02-2004 | 4 |
| Figure 5 | Variations des températures et des salinités de l'eau des bassins par rapport à l'eau neuve pour le cycle d'une marée le 16 janvier 2004 | 5 |
| Figure 6 | Élévations de la marée à Baie-Comeau le 16 janvier 2004 | 5 |
| Figure 7 | Température de l'eau dans les bassins piscicoles durant l'été 2004 | 6 |
| Figure 8 | Température et salinité dans le bassin #2 le 22 juin 2004 | 7 |
| Figure 9 | Élévations de la marée à Baie-Comeau le 22 juin 2004 | 7 |
| Figure 10 | Croissance des 4 lots d'ombles à la Pisciculture Côte-Nord en 2004 (le coefficient de croissance calculé est indiqué entre parenthèses) | 9 |
| Figure 11 | Comparaison des températures et croissances de l'omble chevalier réelles et prévisionnelles à la Pisciculture Côte-Nord en 2004 (PM=Poids moyen) | 9 |
| Figure 12 | Comparaison des températures et croissances de l'omble de fontaine réelles et prévisionnelles à la Pisciculture Côte-Nord en 2004 (PM=Poids moyen) | 10 |
| Figure 13 | Croissance des lots d'omble chevalier (OC1 et OC2) et d'omble de fontaine (OF1 et OF2) à la Pisciculture Côte-Nord (PCN) et d'omble chevalier (OC) à la pisciculture du Nouveau-Brunswick (CJL) et températures de l'eau enregistrées dans les deux sites | 11 |
| Figure 14 | Résumé de l'évaluation des coûts de production | 19 |

1. Introduction

L'entreprise Pisciculture Côte-Nord envisage depuis plusieurs années de prendre de l'expansion et de produire en mode intensif quelques dizaines des tonnes d'omble chevalier et omble de fontaine destinées au marché de la consommation. L'approvisionnement en eau de cette pisciculture provient du confluent de la rivière aux Outardes avec le fleuve Saint-Laurent. Une canalisation puise de l'eau plus ou moins salée, selon les marées qui entraînent une pénétration d'eau de mer dans le lit de la rivière. L'approvisionnement de la station piscicole est donc constitué principalement d'eau douce, mais aussi d'eau salée en quantité variable selon les cycles et l'intensité des marées, et il présente nécessairement des variations de la température et de la salinité.

Ces variations des conditions d'élevage étant susceptibles d'affecter les salmonidés dans un système de production intensif, un projet à petite échelle a été conçu afin de mettre à l'épreuve une solution technique à cette problématique.

2. Description du projet pilote

Une campagne de mesure des températures et des salinités de l'eau au confluent de la rivière aux Outardes a été effectuée en 2002 afin d'en étudier les variations et d'élaborer le projet pilote. Une unité de recirculation est apportée comme solution technique à la problématique des variations de la température et de la salinité de l'eau d'approvisionnement. En effet, le fait de limiter l'apport en eau neuve au profit de la recirculation doit amoindrir ces variations dans l'eau des bassins d'élevage. L'eau séjourne ainsi plus longtemps dans le système et crée un tampon qui réduit l'amplitude de ces variations.

L'objectif du projet était de maintenir un inventaire de 2 000 à 2 300 kg d'ombles pour une production annuelle d'environ 4 000 kg (Annexe 1). Les infrastructures de production consistent en 4 bassins de 10 m³ chacun, alimentés à 20 % d'eau nouvelle et à 80 % d'eau recyclée. Des équipements de traitement de l'eau, constitués de doubles drains installés aux bassins d'élevage, d'un filtre à tambour, d'un sédimenteur et d'une fosse d'accumulation des boues doivent réduire les matières en suspension dans l'eau d'élevage et les rejets de contaminants dans l'effluent.

Les performances de croissance de l'omble de fontaine et de l'omble chevalier ont été mesurées afin de tester l'efficacité du système de production et constituent le suivi biologique du projet. L'efficacité du système de traitement de l'eau a aussi été l'objet de suivis de performances.

3. Résultats et analyses

3.1 Température et salinité

Le principal objectif du projet était de démontrer que le système de production piscicole en recirculation permettrait d'amoindrir les variations de températures et de salinité de l'eau afin de maintenir des conditions viables pour les poissons.

On remarque à la figure 1 que les extrêmes des températures moyennes journalières sont de $-0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ en hiver à $16,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ en été au lieu de la prise d'eau dans le confluent de la rivière. Il est certain que pendant la saison froide, c'est-à-dire du début novembre jusqu'à la fin avril, où la température de l'eau est d'environ $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, il n'y aura pratiquement pas de croissance des poissons. Le système piscicole proposé n'a pas pour objectif de changer les températures moyennes journalières, mais plutôt d'atténuer les variations journalières de température et de salinité résultant de l'action des marées. Le régime thermique que l'on retrouve dans les bassins d'élevage se rapproche des ces températures moyennes journalières.

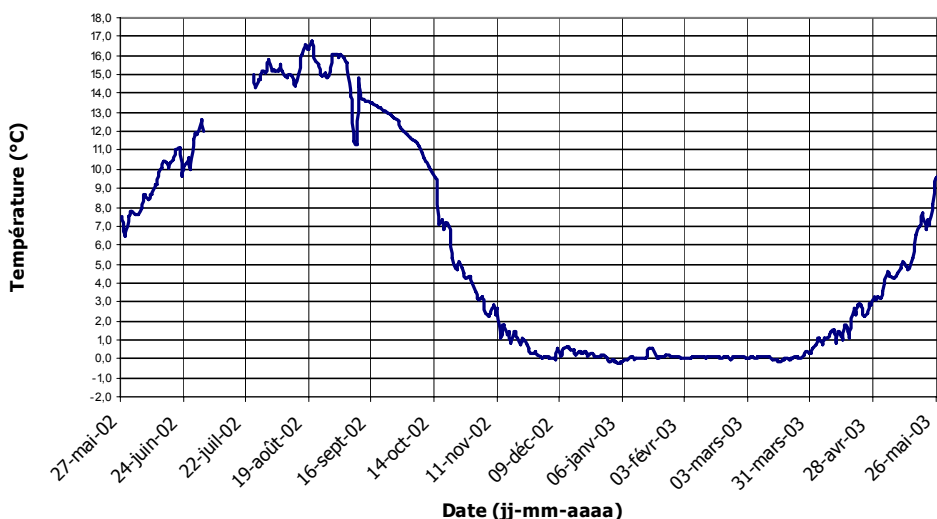


Figure 1 Températures moyennes journalières sur une période de 1 an en 2002-2003 dans la prise d'eau à la Pisciculture Côte-Nord

Un haut taux de recirculation de l'eau a été choisi afin d'atténuer les variations de températures et de salinité dans les bassins d'élevage. Le débit d'eau nouvelle représentait de 10 % à 15 % du débit d'eau circulant dans les bassins pendant la période de suivi. Le temps de séjour de l'eau dans l'ensemble des unités de la station piscicole expérimentale variait de 6 à 9 heures. La problématique de l'eau trop froide et de salinités très élevées se présente principalement lors des grandes marées mensuelles comme nous le montre la figure 2. En février 2003, la température est descendue jusqu'à près de $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ en combinaison avec la salinité qui atteignait une concentration de plus de 28 ppt. Ces conditions de température et de salinité sont très critiques pour la survie des salmonidés. En dehors de ces périodes de grandes marées, la présence d'eau salée est moins perceptible sous l'influence des marées moyennes.

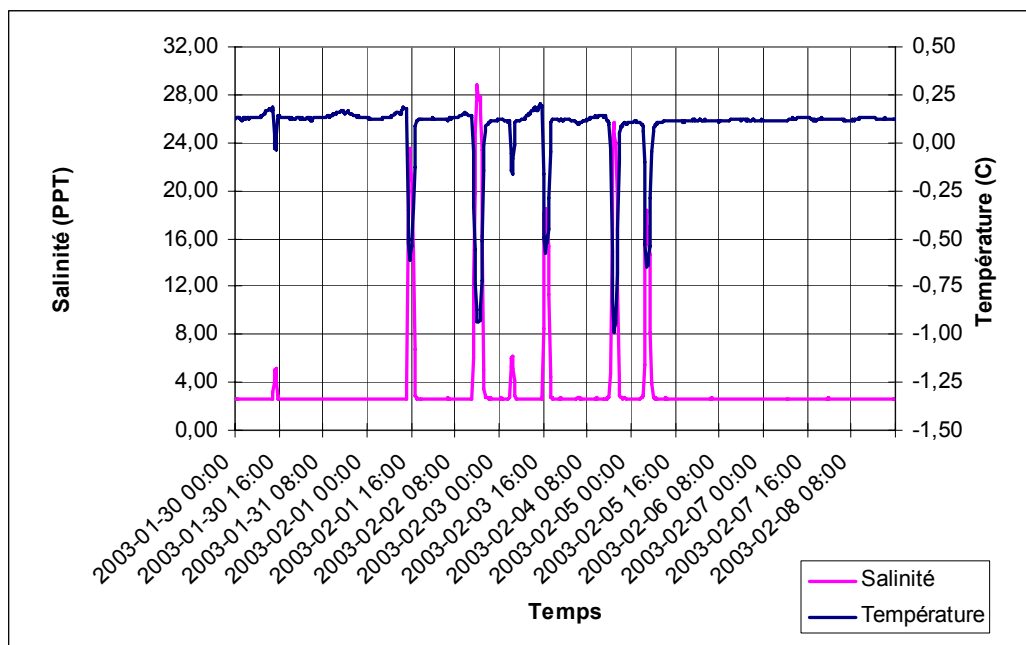


Figure 2 Températures et salinités dans la prise d'eau lors de grandes marées mensuelles entre le 30 janvier et le 8 février 2003

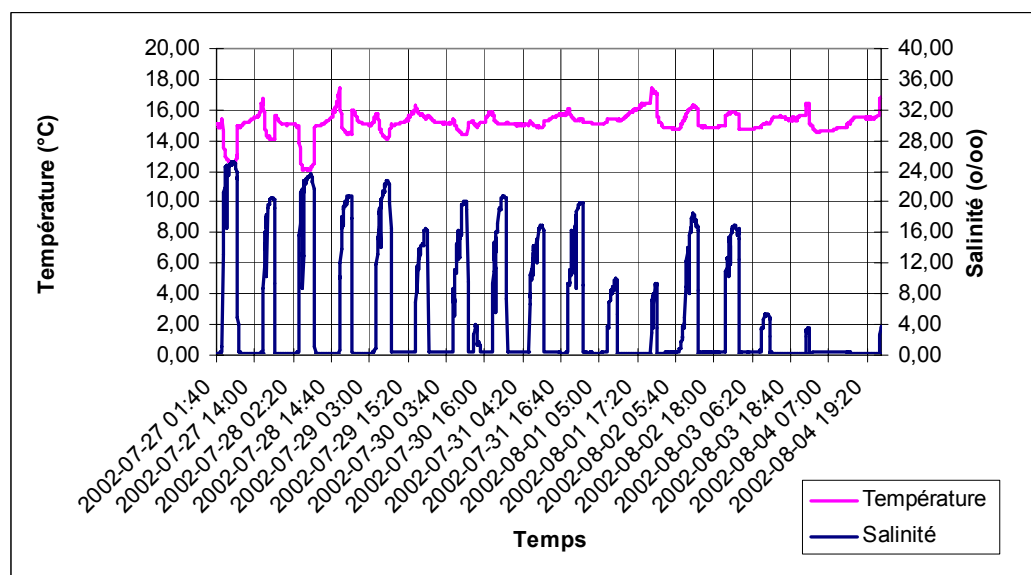


Figure 3 Température et salinité dans la prise d'eau lors de grandes marées mensuelles entre le 27 juillet et le 5 août 2002

Toutefois, l'influence des marées se fait sentir à la prise d'eau de la station piscicole plus souvent durant l'été que durant l'hiver (figure 3). La température de l'eau se maintient à près de 15 °C ou 16 °C de façon assez continue et elle descend à près de 12 °C lors des fortes marées. À chaque cycle de marées importantes, la salinité de l'eau à l'entrée s'élève à plus de 20 ppt. La marée peut être encore plus élevée à l'occasion de forts vents, ce qui entraîne des salinités plus fortes à l'entrée d'eau.

La figure 4 présente les profil de température et de salinité de l'eau dans les bassins piscicoles durant l'hiver 2003-2004. En janvier, la température minimale a été de -0,13 °C et au même moment la salinité était de 9,9 ppt. La température s'est donc maintenue à une valeur qui assure la survie des salmonidés. En décembre, la salinité s'est élevée à plus de 14 parties par mille, toutefois la température de l'eau est restée au-dessus de 0 °C. À cette période du début d'hiver, la température de l'eau salée est généralement plus chaude que plus tard durant l'hiver. Possiblement que durant l'hiver, lorsque le couvert de glace est établi, les marées ou les mouvements d'eau salée remontant la rivière sont moins importants ou ont une amplitude moins grande. À partir du 16 janvier 2004, un poêle à bois a été utilisé pour chauffer la serre et maintenir sa température au-dessus du point de congélation afin de limiter la formation de glace en différents lieux sensibles des bassins (grilles de sortie d'eau, valves, détecteurs de niveau, etc.). Il est possible que ce chauffage puisse augmenter légèrement la température de l'eau des bassins d'environ 0,2 °C. Sur la figure 4, la température de l'eau est légèrement plus élevée à partir du 16 janvier 2004.

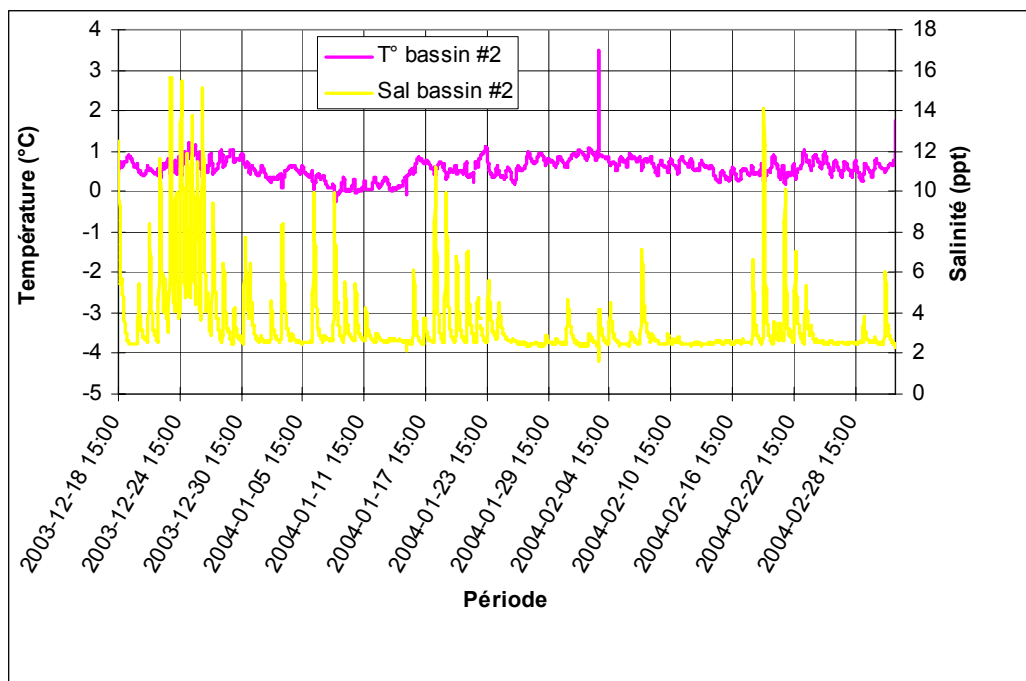


Figure 4 Profil de la température et de la salinité dans les bassins piscicoles (bassin #2) du 18-12-2003 au 28-02-2004

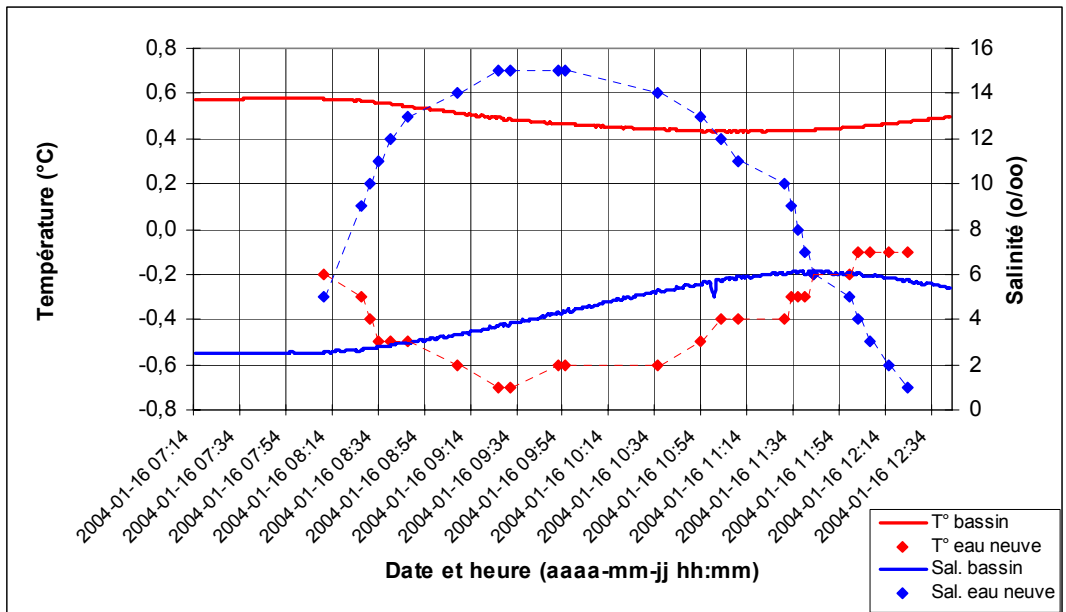


Figure 5 Variations des températures et des salinités de l'eau des bassins par rapport à l'eau neuve pour le cycle d'une marée le 16 janvier 2004

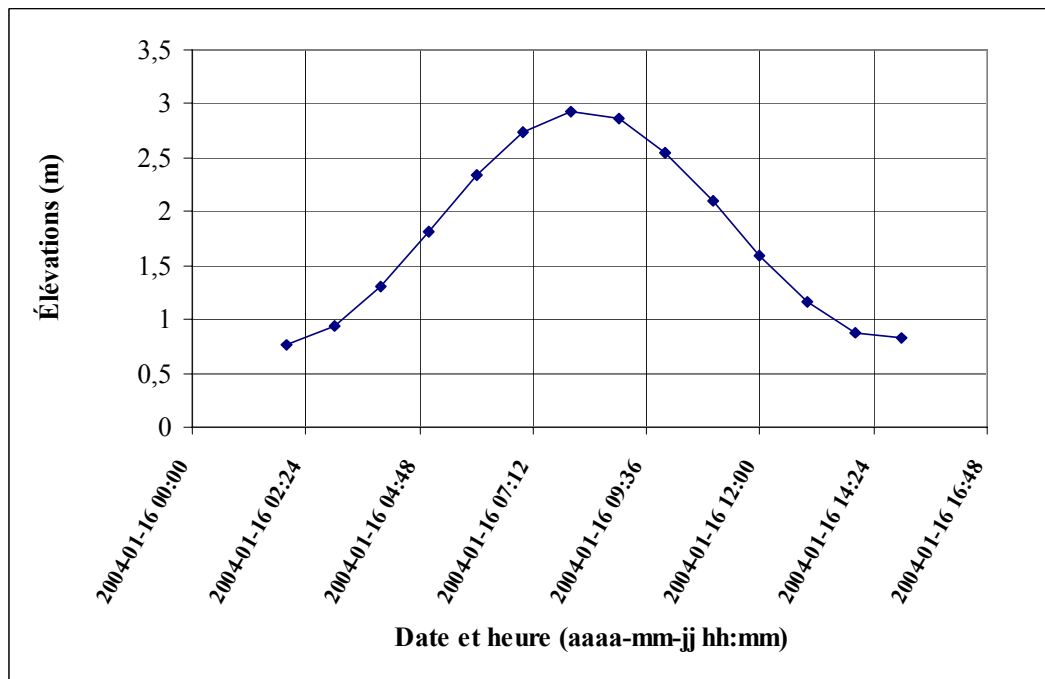


Figure 6 Élévations de la marée à Baie-Comeau le 16 janvier 2004

Le système de recirculation a permis de régulariser la température et la salinité de l'eau durant les périodes hivernales. Les figures 5 et 6 montrent que lors d'un cycle d'une marée du 16 janvier 2004, la température et la salinité de l'eau à l'entrée de la station piscicole a atteint des valeurs respectives de $-0,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ et de 15 ppt. Durant cette période, la température à l'intérieur des bassins de la station piscicole n'a pas descendu plus bas que $0,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ et la salinité n'a pas dépassé 6,1 ppt. Le 16 janvier, on était en période de marée moyenne car l'élévation n'a atteint que 3 m alors que les hautes marées ont une élévation maximale de près de 4 m. On peut remarquer qu'il y a près de 2 heures de décalage entre l'élévation maximale de la marée à Baie-Comeau et l'apparition le maximum de la concentration en sel de l'eau à la prise d'eau de la station piscicole.

Durant l'été, la température de l'eau des bassins a atteint des valeurs maximales de près de $17\text{ }^{\circ}\text{C}$ (figure 7). Ces températures sont à peu près similaires à celles observées directement à l'entrée d'eau nouvelle de la station piscicole soit celle de 2002. Cela nous indique aussi que le fait d'avoir un temps de séjour plus long de l'eau dans la station piscicole sous serre n'a pas amené son réchauffement à des températures supérieures. Due à une défaillance de l'appareil enregistreur, nous n'avons pas de données sur les variation en salinité sauf en juin.

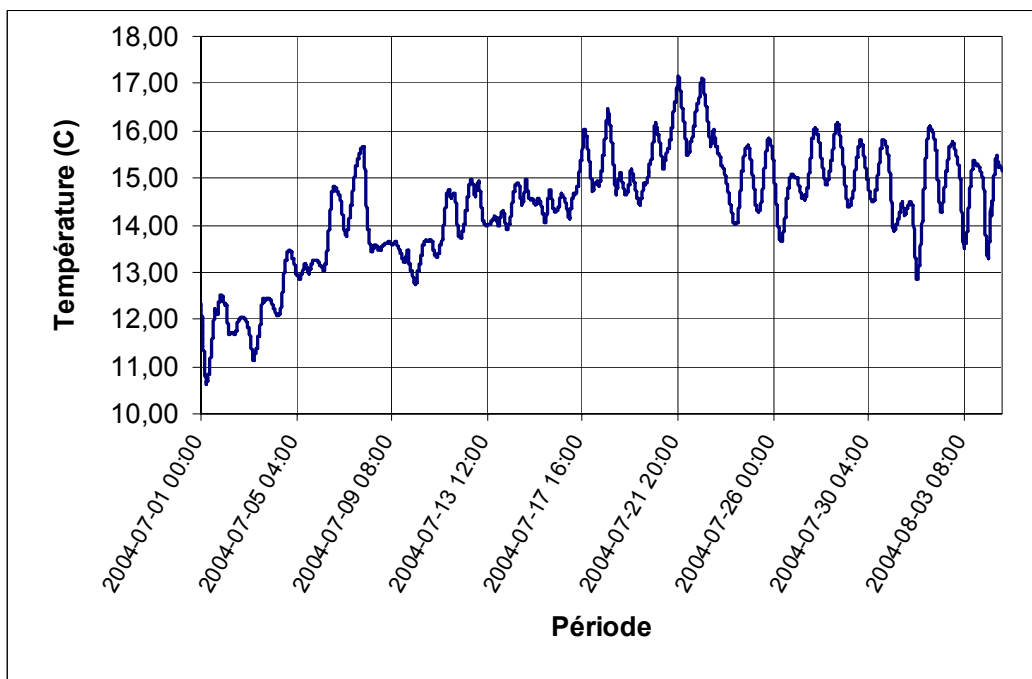


Figure 7 Température de l'eau dans les bassins piscicoles durant l'été 2004

Le 22 juin 2004, l'élévation de la marée était de près 3,4 m à 4h48 et la salinité dans les bassins de la station piscicole a atteint 10 ppt à 9h20 soit près de 4,30 minutes plus tard (figures 8 et 9). La température de l'eau des bassins a baissé de 12,6 à

11,2 °C. Lors de cette période, la température et de la salinité de l'eau n'ont pas été mesurées à l'entrée de la station piscicole.

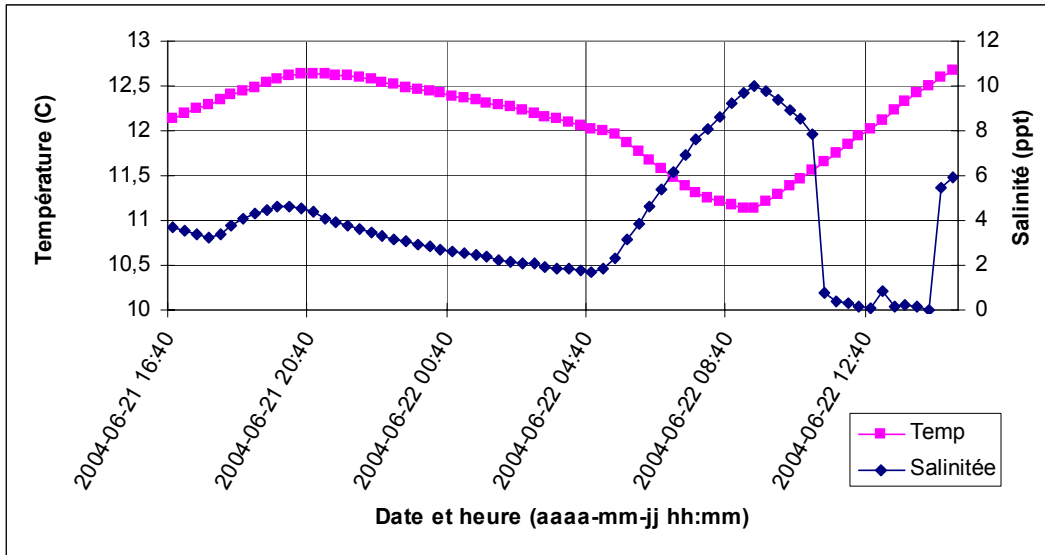


Figure 8 Température et salinité dans le bassin #2 le 22 juin 2004

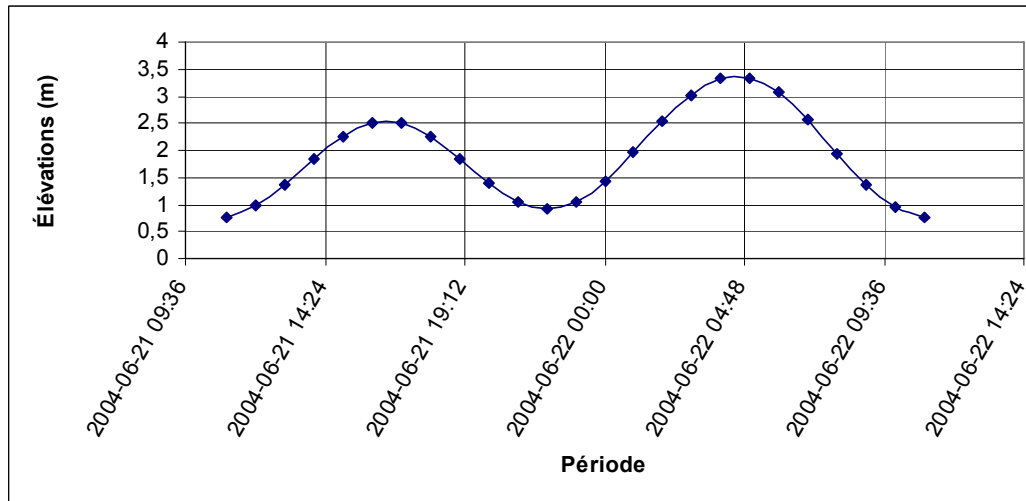


Figure 9 Élévations de la marée à Baie-Comeau le 22 juin 2004

Sur la base des valeurs mesurées, on peut donc conclure que les systèmes de cette station piscicole en recirculation partielle ont permis durant l'hiver d'atténuer les baisses de températures sous le point de congélation en réduisant le taux salinité de l'eau des bassins lors des marées.

3.2 Croissance des poissons

La survie, la croissance et le rendement alimentaire des poissons ont été évalués pendant une période de deux ans, soit de novembre 2003 à novembre 2005.

Les températures moyennes mensuelles prévisionnelles et réelles pour le projet sont présentées au tableau 1. L'eau de l'unité de recirculation a fourni 2 407 degrés-jour pendant les 365 jours de suivi du projet en 2004. La simulation de production qui avait été faite pour ce projet totalisait 2 436 degrés-jour pour la même période. L'écart n'est pas important entre les prévisions et les températures réelles mesurées, ce qui permet de comparer les performances de croissance obtenues avec les prévisions. Les températures les plus chaudes se présentent pendant les mois de juillet et août et atteignent entre 14 °C et 16 °C.

Tableau 1 Températures moyennes de l'eau et degrés-jours mensuels réels et prévisionnels sur une période d'une année dans l'unité pilote de Pisciculture Côte-Nord en 2004

| Mois | Températures moyennes (°C) | | Degrés-jour | |
|-----------|----------------------------|---------|-------------|--------|
| | Réelles | Prévues | Réels | Prévus |
| Janvier | 0,3 | 0,2 | 9,1 | 6,2 |
| Février | 0,5 | 0,2 | 13,7 | 5,6 |
| Mars | 0,7 | 0,2 | 22,0 | 6,2 |
| Avril | 3,1 | 3 | 91,4 | 90 |
| Mai | 6,6 | 8 | 203,1 | 248 |
| Juin | 11,4 | 13 | 341,4 | 390 |
| Juillet | 14,4 | 16 | 446,8 | 496 |
| Août | 15,2 | 16 | 469,9 | 496 |
| Septembre | 13,0 | 12 | 388,4 | 360 |
| Octobre | 10,1 | 7 | 312,4 | 217 |
| Novembre | 3,1 | 3 | 92,3 | 90 |
| Décembre | 0,5 | 1 | 16,0 | 31 |
| Total | | | 2 407 | 2 436 |

La croissance a été très différente selon les espèces, l'omble de fontaine présente une performance de croissance normale par rapport aux prévisions avec un coefficient de croissance de Stauffer modifié (Papst *et al*, 1982) calculé de 0,022 pour la période de suivi en 2004, alors que les trois bassins d'omble chevalier montrent une contre-performance, avec des coefficients de croissance de 0,006 à 0,010 (Figure 10). Alors que l'omble de fontaine a eu une croissance correspondant aux prévisions faites en fonction des standards connus pour cette espèce (Figure 11), l'omble chevalier a eu une croissance bien inférieure aux prévisions (Figure 12).

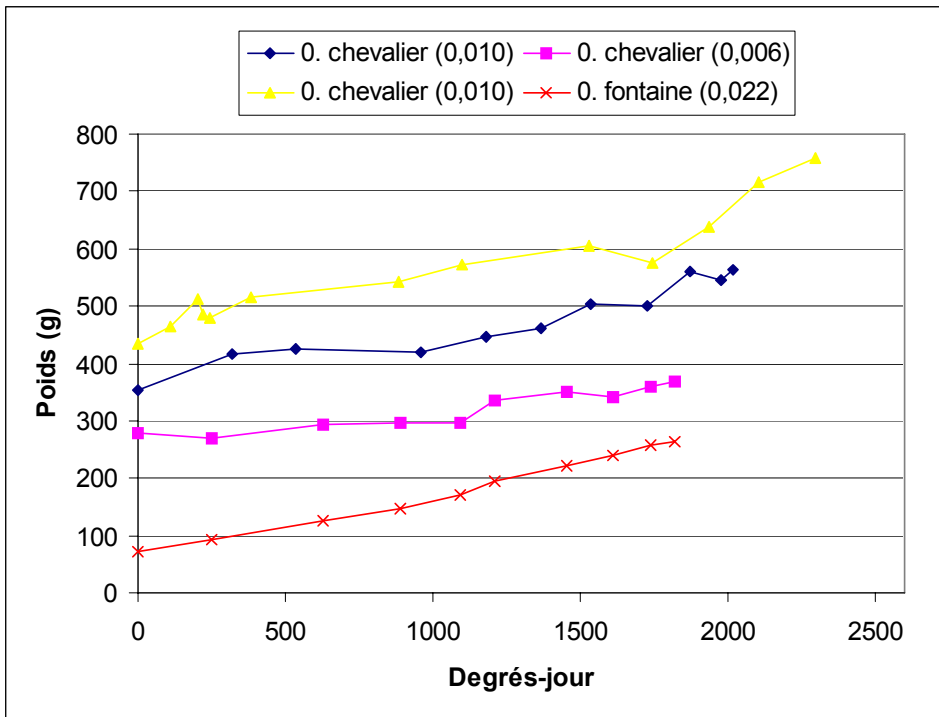


Figure 10 Croissance des 4 lots d'ombles à la Pisciculture Côte-Nord en 2004 (Le coefficient de croissance calculé est indiqué entre parenthèses)

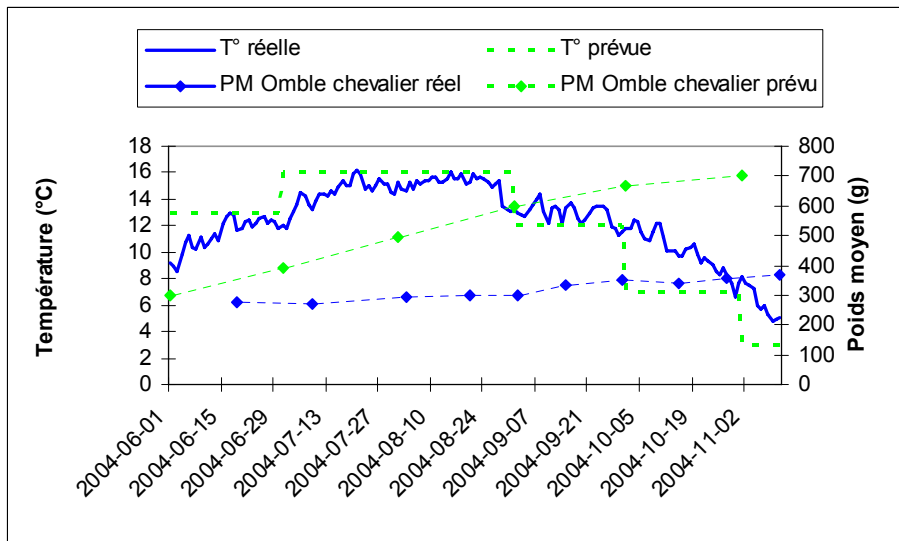


Figure 11 Comparaison des températures et croissances de l'omble chevalier réelles et prévisionnelles à la Pisciculture Côte-Nord en 2004 (PM=Poids moyen)

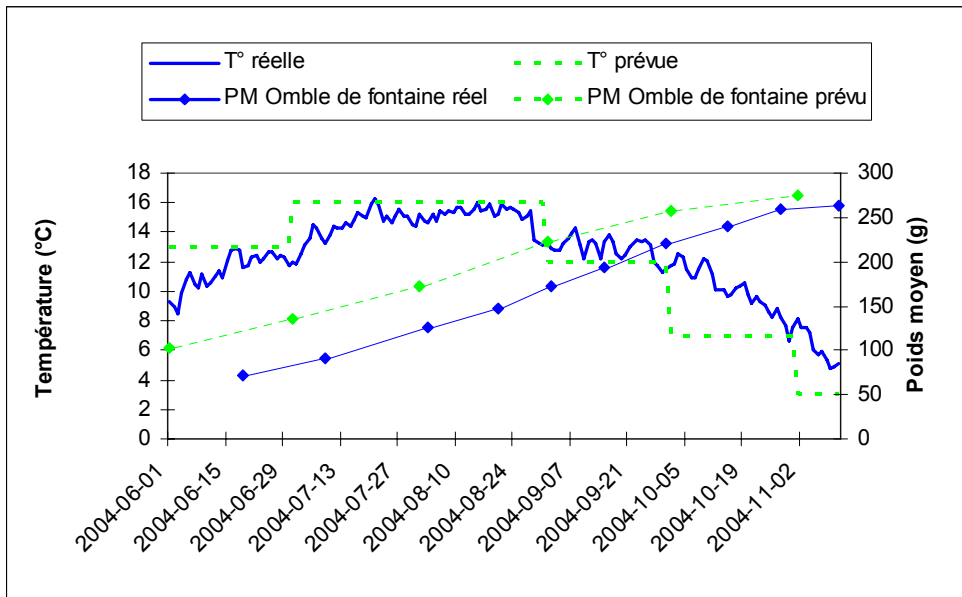


Figure 12 Comparaison des températures et croissances de l'omble de fontaine réelles et prévisionnelles à la Pisciculture Côte-Nord en 2004 (PM=Poids moyen)

Les performances de croissance ont été bonnes avec l'omble de fontaine en 2004, mais nous avons obtenus de mauvais résultats avec l'omble chevalier. L'objectif de l'expérimentation de l'année 2005 avec l'omble chevalier était de vérifier si les mauvaises performances enregistrées en 2004 avec cette espèce sont attribuables aux lots de poissons utilisés ou aux conditions d'élevage qui prévalent dans l'entreprise. Un nouvel approvisionnement en omble chevalier de 1 an+ a été trouvé dans une pisciculture au Nouveau-Brunswick (CJL) et ces poissons ont été mis à l'essai pendant l'été et l'automne 2005. Le suivi des poissons à la pisciculture d'origine (CJL) a été ajouté à celui des poissons à la pisciculture Côte-Nord (PCN), de manière à pouvoir comparer les performances obtenues dans les deux sites.

Le profil des températures a été très différent dans les deux sites. Une température constante d'environ 7 °C a prévalu pendant toute la période de suivi à la pisciculture du Nouveau-Brunswick (CJL) alors que des températures variables se présentaient à la PCN, avec les valeurs les plus élevées pendant les mois de juillet et août (Figure 13). Il est à remarquer que les valeurs maximales atteintes à la PCN ont été encore plus élevés en 2005 et se situent entre 14 °C et 18 °C, comparativement à 14 °C à 16 °C en 2004. La croissance a encore une fois été très médiocre pour les ombles chevalier à la PCN en 2005. Les poissons qui avaient environ 600 g au départ le 5 juillet ont atteint un poids maximum de 750 g au 30 novembre (Figure 13). Par contre, le lot témoin de la même souche en élevage au Nouveau-Brunswick a présenté une excellente performance de croissance, en doublant son poids de 650 g au départ le 15 juin à plus de 1 200 g au 30 novembre. La croissance des ombles de fontaine à la PCN a été normale et comparable à celle de l'année 2004.

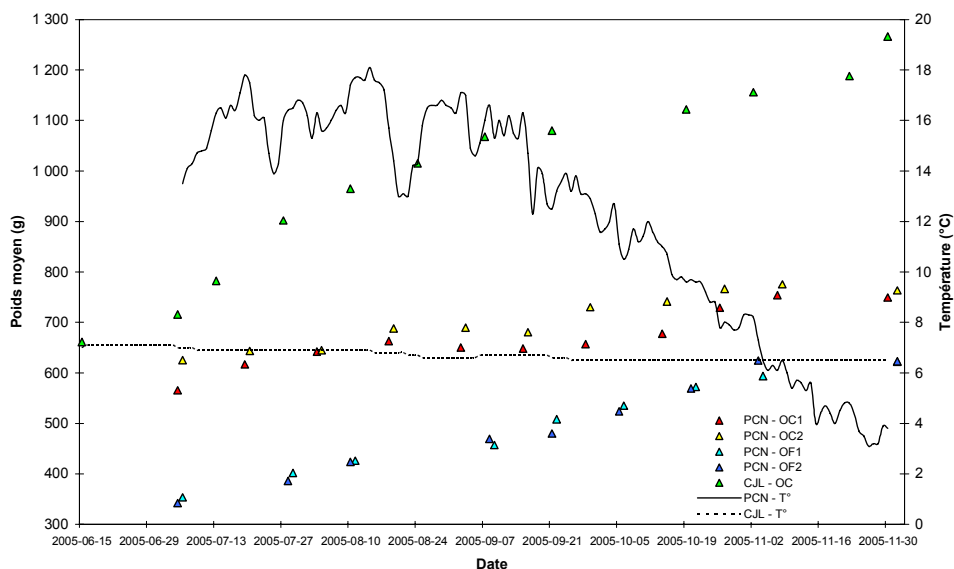


Figure 13 Croissance des lots d’omble chevalier (OC1 et OC2) et d’omble de fontaine (OF1 et OF2) à la pisciculture Côte-Nord (PCN) et d’omble chevalier (OC) à la pisciculture du Nouveau-Brunswick (C.J.L.) et températures de l’eau enregistrées dans les deux sites de production.

Le suivi de croissance des ombles effectué sur une période de deux années à la PCN permet de conclure que l’omble de fontaine présente une performance intéressante pour l’élevage, mais l’omble chevalier n’a pas une croissance suffisante. Cette espèce présente une contre performance à la PCN sans doute en relation avec les températures estivales trop élevées pour cette espèce qui prévalent dans le milieu d’élevage. Les températures journalières qui atteignent de 14 °C à 18 °C pendant les mois d’été sont trop élevées pour l’omble chevalier qui est mieux adapté à des températures plus froides.

3.3 Performances des systèmes de traitement de l’eau

Le projet pilote a requis l’installation d’équipement de traitement des eaux. Ces équipements sont utilisés pour récupérer et purger les matières en suspension (MES) et le phosphore rejetés par les poissons. L’objectif visé par les systèmes de traitement des eaux est de maintenir une charge en MES adéquate pour l’élevage des poissons et de diminuer l’impact des rejets de phosphore de la station piscicole sur l’environnement aquatique. Dans le but de vérifier l’efficacité de ces équipements, deux suivis de performance ont été réalisés en automne 2004 (Annexe 2) et en automne 2005 (Annexe 3). Les conditions de températures très froides qui sévissent

pendant l'hiver dans l'entreprise ont généré quelques problèmes d'opération des systèmes pour lesquels des solutions ont dû être apportées (Annexe 4).

Dans le projet pilote, il n'a pas été démontré que les matières en suspension aient affectées la qualité de l'eau de façon à influencer le niveau de production. Les concentrations en matières en suspension mesurées dans les bassins n'ont jamais dépassées les 20 mg/l. Selon Morin (1998), la limite de tolérance pour les salmonidés est de 80 mg/l. De son côté, les concentrations en phosphore à la sortie de la pisciculture ne posent pas de problèmes. Des concentrations de 0,18 mg/l et de 0,08 mg/l ont été mesurées à la sortie de la station piscicole. En raison du débit important de la rivière aux Outardes dans laquelle se déverse le rejet de la station, la concentration du phosphore dans le milieu récepteur est largement inférieure aux objectifs environnementaux de rejet.

Malgré le peu d'impact sur les poissons et l'environnement, les suivis de performance ont permis d'identifier des améliorations à apporter au système de traitement des eaux du projet pilote. Parmi les principaux points, l'hydraulique des bassins pourrait être améliorée dans le but d'évacuer plus rapidement les matières en suspension et le phosphore hors des bassins et la filtration de l'eau neuve pourrait être revue afin de considérer les variations des concentrations de matières en suspension en provenance de la rivière. Ces modifications permettraient d'augmenter l'efficacité des équipements de traitement de l'eau d'élevage pour atteindre les performances initialement prévues.

3.4 Évaluation du coût de production

Afin d'évaluer le coût de production, nous avons procédé, en collaboration avec l'entreprise, à l'examen des factures rattachées aux frais encourus durant la période du 8 juillet au 20 novembre 2005, alors qu'un nouveau lot d'omble chevalier était introduit dans la station d'élevage et que des pesées générales permettaient de déterminer les inventaires de début et de fin (omble chevalier et omble de fontaine), ainsi qu'à l'examen de différentes données de production (alimentation, mortalités, températures, etc.) dont les valeurs étaient consignées par l'entreprise tout au long de la dite période.

Nous considérons cette période comme étant représentative car même si le système peut encore bénéficier d'améliorations, celui-ci a démontré son efficacité. Évidemment, il faut tenir compte du caractère expérimental du projet dans l'interprétation des résultats et que le volume de production annuel de 4 tonnes n'a pas été atteint due à la faible performance des ombles chevaliers.

Durant cette période de 135 jours, la production nette du système a été de 976,5 Kg pour les deux espèces, soit respectivement 224,4 Kg pour l'omble chevalier et 752,1 Kg pour l'omble de fontaine.

Les postes budgétaires évalués sont présentés au tableau 2, une discussion sur la base des éléments suivants permettra d'établir l'origine des chiffres présentés ainsi qu'une explication sur l'importance et l'influence du poste budgétaire décrit.

Tous les postes budgétaires seront exposés en terme des frais encourus pour la période, de la valeur de ce poste budgétaire exprimé en dollar pour chaque livre de poids vif produit ainsi que de l'importance relative du poste budgétaire en terme de pourcentage du coût de production. Il est à noter que le poids des mortalités, bien que pris en compte pour le calcul du taux de conversion alimentaire, n'est pas inclus dans le calcul des coûts de production, et que le coût à la livre exposé fait référence à la production totale pour la période, toutes espèces confondues.

| | | | |
|-------------------------|---------------------|----------------|--------------|
| Achat de poisson | - \$/période | - \$/lb | 0,0 % |
|-------------------------|---------------------|----------------|--------------|

Cet item a été délibérément laissé de côté. En effet, la taille de l'omble chevalier à l'achat, la distance entre le site d'achat et Ragueneau ainsi que sa faible croissance viendrait augmenter le coût de production pour cette espèce de plus de 50 % et représenterait 65 % du coût de production (18,18 \$/lb) pour cette période.

En ce qui concerne la mouchetée, comme le lot était déjà la propriété de Pisciculture Côte-Nord, aucun déboursé au cours de la période n'a été effectué pour l'achat de ces poissons.

| | | | |
|---------------------|----------------------------|-------------------|---------------|
| Alimentation | 2 497,02 \$/période | 1,16 \$/lb | 14,8 % |
|---------------------|----------------------------|-------------------|---------------|

L'analyse des factures reliées à l'alimentation a permis d'établir le coût de l'aliment à 1,38 \$/Kg tandis que les factures de transport nous dévoilent un coût de transport moyen de 0,25 \$/Kg. La compilation des quantités quotidiennes de moulée distribuées par bassin nous a ensuite permis de calculer le coût total d'aliment distribué à chaque espèce durant la période.

Pour fins de calcul des coûts annuels de production, les coûts de moulée sont demeurés distincts pour chaque espèce, permettant d'évaluer des coûts d'alimentation à 2,23 \$/lb pour l'omble chevalier et à 0,94 \$/lb pour l'omble de fontaine, transport inclus. Ce coût à la livre pour l'omble de fontaine ne semblent pas si important à première vue, mais lorsque l'on considère qu'il ne représente que seulement environ 13 % du coût de production, nous réalisons que le coût total de production est excessivement élevé. Concernant le coût de l'aliment pour l'omble chevalier, par rapport aux standards habituels pour ce genre de système d'élevage où l'aliment représente environ 50 % du coût de production, celui-ci se situerait autour de 4,50 \$/lb.

| | | | |
|--------------------|----------------------------|-------------------|--------------|
| Électricité | 1 609,91 \$/période | 0,75 \$/lb | 9,5 % |
|--------------------|----------------------------|-------------------|--------------|

- Les coûts d'électricité ont été établis sur la base de la consommation individuelle de chaque appareil en tenant compte du temps de fonctionnement de ceux-ci. Il a fallu tenir compte de l'alimentation en eau des étangs par la pompe 7,5 HP afin

d'être en mesure de conserver les frais électriques se rapportant exclusivement à la production dans le système re-circulé, ce qui correspond à 12% du débit fournit par cette pompe.

| | | | |
|--------------------|----------------------------|-------------------|---------------|
| Oxygénation | 1 708,00 \$/période | 0,79 \$/lb | 10,1 % |
|--------------------|----------------------------|-------------------|---------------|

Les frais d'oxygénation sont essentiellement les frais reliés à l'achat d'oxygène pur et ceux reliés à la location du réservoir. Bien que les frais d'oxygénation furent supérieurs à ceux présentés, certains étaient reliés à l'achat d'équipements pour apporter des ajustements dans le système de distribution et, par conséquent, n'ont pas été pris en compte lors de l'établissement des coûts de production.

Bien que l'oxygénation n'est requise qu'en période estivale, les frais totaux d'oxygénation ont été conservés pour le calcul du coût de production pendant la période. À la section suivante, où seront présentées des projections financières, ce coût reflétera la réalité en étant considéré sur une année entière de production.

| | | | |
|---------------------|----------------------------|-------------------|---------------|
| Main d'œuvre | 6 262,40 \$/période | 2,91 \$/lb | 37,1 % |
|---------------------|----------------------------|-------------------|---------------|

Les 380 heures considérées dans le calcul sont les heures réelles nécessaires à la production piscicole dans la serre, en fait, il a été établi que 20 heures par semaine étaient nécessaires pour opérer le système et effectuer toutes les opérations requises pour la production. Le montant de 16,48 \$/heure représente les frais horaires totaux, incluant la part de l'employeur.

| | | | |
|-------------------------------|-------------------------|-------------------|--------------|
| Vaccins et médicaments | 22,00 \$/période | 0,01 \$/lb | 0,1 % |
|-------------------------------|-------------------------|-------------------|--------------|

En fait, aucun vaccin ni médicament n'a été utilisé pendant la période ni pendant la totalité du bio essai. Les produits sanitaires utilisés sont de l'alcool, pour la désinfection des mains, de l'hypochlorite de sodium, pour entretenir le pédiluve ainsi que des solutions iodées pour la désinfection générale des équipements. Leurs faibles coûts et leur rendement contribuent à la faible proportion du coût de production.

| | | | |
|-------------------------|---------------------|----------------|--------------|
| Matériel roulant | - \$/période | - \$/lb | 0,0 % |
|-------------------------|---------------------|----------------|--------------|

Aucun coût n'a été retenu en ce qui concerne le matériel roulant dans le calcul du coût de production car, n'étant pas admissible au financement à l'intérieur du programme de financement du MAPAQ, nous n'avons pas de données pour baser notre évaluation. Cependant il faut garder à l'esprit que des frais devront être considérés pour ce poste à l'intérieur de prévisions de production, comme nous le verrons à la section suivante.

| | | | |
|----------------------------------|-------------------------|-------------------|--------------|
| Entretien immobilisations | 44,00 \$/période | 0,02 \$/lb | 0,3 % |
|----------------------------------|-------------------------|-------------------|--------------|

Beaucoup de dépenses ont été attribuées à ce poste pendant le projet expérimental, toutefois, en y regardant de plus près, une grande partie de ces dépenses étaient en fait dues à des améliorations apportées aux installations et ne constituaient pas de l'entretien ou des réparations mais plutôt de l'acquisition.

| | | | |
|------------------------------|--------------------------|-------------------|--------------|
| Entretien équipements | 261,96 \$/période | 0,12 \$/lb | 1,6 % |
|------------------------------|--------------------------|-------------------|--------------|

La majorité des coûts d'entretien d'équipements sont reliés à la maintenance de la pompe 7,5 HP, pour un montant de 2 700 \$ récurrent à tous les 3 ans; 108 \$/année si on considère que 12 % du débit de la pompe est utilisé pour alimenter le système d'élevage dans la serre, et au remplacement de la membrane du filtre à tambour pour un montant de 500 \$/année. Une centaine de dollars viennent compléter les frais annuels reliés à ce poste de dépenses, somme reliée à l'achat de matériaux et de divers équipements requis pour assurer le bon fonctionnement des équipements.

Le remplacement de la membrane du filtre à tambour représente 70 % de ce poste de dépenses. Il serait souhaitable que les remplacements de la membrane soient moins fréquents, advenant que celle-ci n'aurait plus à être remplacée, l'économie réalisée aurait été de l'ordre de 0,084 \$/lb ou 1 % du coût global de production.

| | | | |
|------------------|--------------------------|-------------------|--------------|
| Téléphone | 814,00 \$/période | 0,38 \$/lb | 4,8 % |
|------------------|--------------------------|-------------------|--------------|

Les frais de télécommunications, incluant le téléphone, la télécopie, l'accès internet et l'utilisation d'un messenger s'élèvent à 185 \$/mois ce qui représente 0,38 \$/lb. Ces frais sont probablement plus élevés due au caractère expérimental du projet et au faible volume de production. Dans une entreprise commerciale, les communications représente moins de 1 % des coûts de production.

| | | | |
|-------------------------|--------------------------|-------------------|--------------|
| Système d'alarme | 132,00 \$/période | 0,06 \$/lb | 0,8 % |
|-------------------------|--------------------------|-------------------|--------------|

L'installation du système d'alarme fut onéreuse. Cependant, les frais mensuels, abonnement et entretien du matériel, s'élèvent à 30,00 \$/mois. Ces frais récurrents de 0,06 \$/lb auraient pu être évités si l'entreprise avait fait l'acquisition d'un système d'alarme ne nécessitant pas l'intervention d'un tiers pour son opération.

| | | | |
|------------------|--------------------------|-------------------|--------------|
| Assurance | 660,00 \$/période | 0,31 \$/lb | 3,9 % |
|------------------|--------------------------|-------------------|--------------|

Les frais d'assurance, qui sont calculés sur la base de la moitié de la facturation, l'autre moitié étant considérée pour couvrir le restant des valeurs assurables, s'établissent à 150,00 \$/mois. La part relative de ces frais, 3,9 % des coûts de production, nous indiquent que des économies d'échelle sont réalisables.

| | | | |
|------------------------|----------------------------|-------------------|--------------|
| Taxes et permis | 1 486,41 \$/période | 0,69 \$/lb | 8,1 % |
|------------------------|----------------------------|-------------------|--------------|

Encore ici il s'agit de frais fixes, malgré que les taxes foncières risquent d'augmenter au même rythme que l'échelle de production car la valeur des immobilisations seraient augmentées du même coup. Ces frais devraient quand même être moindres que 7,9 % du coût de production pour espérer rentabiliser les opérations.

| | | | |
|------------------------|-------------------------|-------------------|--------------|
| Frais de bureau | 88,00 \$/période | 0,04 \$/lb | 0,5 % |
|------------------------|-------------------------|-------------------|--------------|

Des frais de bureau de 20,00 \$/mois ont été pris en compte. Il s'agit essentiellement d'achat de papier, d'encre pour l'imprimante, de timbres et d'autres articles de bureau.

| | | | |
|---------------------------|--------------------------|-------------------|--------------|
| Repas°déplacements | 176,00 \$/période | 0,08 \$/lb | 1,0 % |
|---------------------------|--------------------------|-------------------|--------------|

Il s'agit ici des frais représentant un aller-retour à Sept-Îles à tous les deux mois plus divers déplacements à Baie-Comeau pour participer à des rencontres avec différents partenaires.

| | | | |
|----------------------------------|--------------------------|-------------------|--------------|
| Honoraires professionnels | 792,00 \$/période | 0,37 \$/lb | 4,7 % |
|----------------------------------|--------------------------|-------------------|--------------|

Les frais d'honoraires professionnels sont ceux récurrents : rapports trimestriel, bilan annuel, frais de notaire pour enregistrement annuel de l'entreprise etc. Les frais d'incorporation, de certification comptable, etc. n'ont pas été considérés dans le calcul des coûts de production. Ces frais d'honoraires professionnels sont de 180,00 \$/mois.

| | | | |
|--------------------------|--------------------------|-------------------|--------------|
| Vidange des boues | 131,08 \$/période | 0,06 \$/lb | 0,8 % |
|--------------------------|--------------------------|-------------------|--------------|

La vidange du bassin de boues a eu lieu à l'automne mais comme il ne se fait qu'une seule vidange par année les coûts de ce poste ont été rapportés proportionnellement à la durée de la période considérée pour l'évaluation des coûts de production.

| | | | |
|--------------------|---------------------|----------------|--------------|
| Déneigement | - \$/période | - \$/lb | 0,0 % |
|--------------------|---------------------|----------------|--------------|

Aucun frais de déneigement n'a été considéré car le déneigement est effectué par l'entreprise.

| | | | |
|---------------|--------------------------|-------------------|--------------|
| Divers | 307,10 \$/période | 0,14 \$/lb | 1,8 % |
|---------------|--------------------------|-------------------|--------------|

Ces coûts sont essentiellement des coûts reliés aux tests d'eau et au carburant pour la génératrice. Ces coûts n'augmenteraient pas proportionnellement à la quantité de poisson produite.

3.5 Coût de production

Globalement, pour la période du 8 juillet au 20 novembre 2006, le coût de production s'établit à 7,84 \$/lb. Afin de déterminer un coût de production par espèce, ce calcul a été repris en ne conservant qu'une seule espèce, en doublant la quantité de poisson produite ainsi que la quantité de moulée distribuée pour ces dernières, le restant des postes de dépenses étant considérés fixes, indépendamment de l'espèce en production (main-d'œuvre, électricité, etc.).

Ces évaluations nous indiquent alors un coût de production de 16,77 \$/lb pour l'omble chevalier et de 5,17 \$/lb pour l'omble de fontaine. Le peu de productivité de l'omble chevalier, expliqué en partie par le temps d'adaptation lors de l'arrivée au site et les températures trop élevées en juillet et août, conduisent à ce coût de production excessivement élevé.

Afin d'établir un coût sur une base annuelle, nous pouvons considérer que durant les 230 jours du reste de l'année, la production aurait possiblement doublé, soit à près de 2 000 Kg pour les deux espèces confondues. Durant l'hiver, soit les mois de janvier, février et mars, la croissance est nulle, cependant, on doit tenir compte que pour cette période certaines dépenses doivent être considérées (aliment, électricité, main-d'œuvre, etc.). Il reste donc les mois de décembre, avril, mai et juin où il y aurait une croissance intéressante.

Le coût de production obtenu pour l'omble chevalier serait donc de 20,82 \$/lb et celui de l'omble de fontaine de 6,38 \$/lb.

Dans un cas comme dans l'autre il apparaît qu'avec la capacité de production du système en re-circulation partielle en place chez Pisciculture Côte-Nord, il est plus avantageux pour l'entreprise d'acheter du poisson d'un tiers que de le produire elle-même dans les conditions rencontrées présentement (système en re-circulation partielle seulement), et ce, considérant qu'aucun coût d'achat de poisson ni de dépenses pour le matériel roulant ne sont pris en compte dans le calcul des coûts de production.

Les raisons de ces coûts unitaires élevés de production sont :

- la très faible performance de croissance de l'omble chevalier due à des eaux trop chaudes en été et trop froides en hiver et;
- la petite taille du système.

Quelques pistes de solution peuvent être envisagées pour abaisser les coûts de production du présent système :

- produire uniquement de l'omble de fontaine, laquelle a présenté une bonne productivité, la production possible à l'intérieur du système serait alors d'environ 3 000 Kg annuellement;
- associer des installations existantes tel la poursuite de l'engraissement dans un étang d'engraissement qu'opère déjà l'entreprise;

- chauffer l'eau en saison hivernale pour initier une croissance pendant cette période;
- Réexaminer s'il est possible de réduire certains coûts variables.

Une analyse des différentes possibilités, en collaboration avec l'entreprise, sera faite pour utiliser efficacement le système en place.

Il apparaît que la production d'ombles chevaliers à partir d'une source d'approvisionnement en eau de surface doit être considérée principalement sur la base des variations saisonnières de température car l'essai effectué à l'embouchure de la Rivière-aux-Outardes nous a démontré qu'il est possible, pour une rivière à débit important sur la Côte-Nord, d'atteindre des températures hivernales et estivales réduisant les performances de croissance pour cette espèce, rendant ainsi l'atteinte de la rentabilité à toutes fins pratiques impossible dans de telles conditions d'élevage.

Concernant l'omble de fontaine, des performances de croissance intéressantes peuvent être atteinte, cette espèce étant peu ou pas affectée par les maximums thermiques estivaux. Il faut quand même tenir compte du profil annuel de température avant de songer implanter une production de ce genre.

En ce qui a trait au système, celui-ci a fait ses preuves tant qu'à sa capacité de créer un effet tampon suffisant pour atténuer les variations de salinités et de températures engendrées par l'effet des marées au point d'approvisionnement en eau. Cependant l'eau estuarienne apporte une multitude de spores et de germes en tout genre, le milieu marin étant riche, ce qui entraîne une forte colonisation du système. Ce système ayant un fort taux de recirculation et intégrant de nombreux équipements de traitements, ceux-ci ont tendance à être moins performants et par le fait même, une attention particulière doit être également apportée à la source d'approvisionnement en eau afin de réduire les besoins en entretien et réparation des équipements et du circuit d'élevage en général.

Ce type de système peut à notre avis être appliqué pour produire de l'omble sur la Côte-Nord, la qualité de l'eau alimentant ce dernier est toutefois un élément majeur à considérer dans l'élaboration d'un projet de ce genre.

| Postes budgétaires | Période du 8 juillet au 20 novembre 2005 | | | | | | Année entière | | |
|----------------------------------|--|------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|--------------|---------------------|----------------|-------------|--|
| | Nb unités | Coût unitaire | Coût total période | | | Coût total annuel | | | |
| | qté unité | \$ unité | \$/période | \$/lb | % | \$/an | \$/lb | % | |
| Achat de poisson | | | | | | | | | |
| omble chevalier | 0 lbs | 4,00 \$ /lb | - \$ | - \$ | 0,0 | - \$ | - \$ | 0,0 | |
| omble de fontaine | 0 lbs | 3,00 \$ /lb | - \$ | - \$ | 0,0 | - \$ | - \$ | 0,0 | |
| transport | 0 voyages | 1 137,46 \$ /voyage | - \$ | - \$ | 0,0 | - \$ | - \$ | 0,0 | |
| | | TOTAL | - \$ | - \$ | 0,0 | - \$ | - \$ | 0,0 | |
| Alimentation | | | | | | | | | |
| moulée chevalier | 679,9 Kg | 1,38 \$ /Kg | 938,28 \$ | 1,90 \$ | 11,3 | 2 012,04 \$ | 2,04 \$ | 9,8 | |
| moulée fontaine | 852,0 Kg | 1,38 \$ /Kg | 1 175,76 \$ | 0,71 \$ | 13,7 | 2 489,52 \$ | 0,75 \$ | 11,8 | |
| transport | 1531,9 Kg | 0,25 \$ /Kg | 382,98 \$ | 0,18 \$ | 2,3 | 815,50 \$ | 0,19 \$ | 2,0 | |
| | | TOTAL | 2 497,02 \$ | 1,16 \$ | 14,8 | 5 317,06 \$ | 1,24 \$ | 12,7 | |
| Électricité | | | | | | | | | |
| consommation totale | 0,37 année | 4 351,10 \$ /année | 1 609,91 \$ | 0,75 \$ | 9,5 | 4 351,10 \$ | 1,01 \$ | 10,4 | |
| | | TOTAL | 1 609,91 \$ | 0,75 \$ | 9,5 | 4 351,10 \$ | 1,01 \$ | 10,4 | |
| Oxygénation | | | | | | | | | |
| oxygène pur | 1000 litres | 1,60 \$ /litre | 1 600,00 \$ | 0,74 \$ | 9,5 | 1 600,00 \$ | 0,37 \$ | 3,8 | |
| location réservoir | 0,36 année | 300,00 \$ /année | 108,00 \$ | 0,05 \$ | 0,6 | 300,00 \$ | 0,07 \$ | 0,7 | |
| | | TOTAL | 1 708,00 \$ | 0,79 \$ | 10,1 | 1 900,00 \$ | 0,44 \$ | 4,6 | |
| Main d'œuvre | | | | | | | | | |
| production piscicole | 380 heures | 16,48 \$ /heure | 6 262,40 \$ | 2,91 \$ | 37,1 | 17 139,20 \$ | 3,98 \$ | 41,1 | |
| besoins ponctuels | 0 heures | 10,00 \$ /heure | - \$ | - \$ | 0,0 | - \$ | - \$ | 0,0 | |
| | | TOTAL | 6 262,40 \$ | 2,91 \$ | 37,1 | 17 139,20 \$ | 3,98 \$ | 41,1 | |
| Vaccin et médicaments | | | | | | | | | |
| vaccins | 0 unité | - \$ /unité | - \$ | - \$ | 0,0 | - \$ | - \$ | 0,0 | |
| médicaments | 0 litres | - \$ /litre | - \$ | - \$ | 0,0 | - \$ | - \$ | 0,0 | |
| produits sanitaires | 2 litres | 11,00 \$ /litre | 22,00 \$ | 0,01 \$ | 0,1 | 55,00 \$ | 0,01 \$ | 0,1 | |
| | | TOTAL | 22,00 \$ | 0,01 \$ | 0,1 | 55,00 \$ | 0,01 \$ | 0,1 | |
| Matériel roulant | | | | | | | | | |
| paiement | 0 mois | - \$ /mois | - \$ | - \$ | 0,0 | - \$ | - \$ | 0,0 | |
| entretien/réparations | 0 mois | - \$ /mois | - \$ | - \$ | 0,0 | - \$ | - \$ | 0,0 | |
| carburant | 0 mois | - \$ /mois | - \$ | - \$ | 0,0 | - \$ | - \$ | 0,0 | |
| | | TOTAL | - \$ | - \$ | 0,0 | - \$ | - \$ | 0,0 | |
| Entretien immobilisations | | | | | | | | | |
| entretien immobilisations | 1 période | 44,00 \$ /période | 44,00 \$ | 0,02 \$ | 0,3 | 118,80 \$ | 0,03 \$ | 0,3 | |
| | | TOTAL | 44,00 \$ | 0,02 \$ | 0,3 | 118,80 \$ | 0,03 \$ | 0,3 | |
| Entretien équipements | | | | | | | | | |
| entretien équipements | 0,37 année | 708,00 \$ /année | 261,96 \$ | 0,12 \$ | 1,6 | 708,00 \$ | 0,16 \$ | 1,7 | |
| | | TOTAL | 261,96 \$ | 0,12 \$ | 1,6 | 708,00 \$ | 0,16 \$ | 1,7 | |
| Téléphone | | | | | | | | | |
| téléphone | 4,4 mois | 185,00 \$ /mois | 814,00 \$ | 0,38 \$ | 4,8 | 2 220,00 \$ | 0,52 \$ | 5,3 | |
| | | TOTAL | 814,00 \$ | 0,38 \$ | 4,8 | 2 220,00 \$ | 0,52 \$ | 5,3 | |
| Système d'alarme | | | | | | | | | |
| système d'alarme | 4,4 mois | 30,00 \$ /mois | 132,00 \$ | 0,06 \$ | 0,8 | 360,00 \$ | 0,08 \$ | 0,9 | |
| | | TOTAL | 132,00 \$ | 0,06 \$ | 0,8 | 360,00 \$ | 0,08 \$ | 0,9 | |
| Assurance | | | | | | | | | |
| Assurance | 4,4 mois | 150,00 \$ /mois | 660,00 \$ | 0,31 \$ | 3,9 | 1 800,00 \$ | 0,42 \$ | 4,3 | |
| | | TOTAL | 660,00 \$ | 0,31 \$ | 3,9 | 1 800,00 \$ | 0,42 \$ | 4,3 | |
| Taxes et permis | | | | | | | | | |
| taxes | 4,4 mois | 281,42 \$ /mois | 1 238,25 \$ | 0,58 \$ | 7,3 | 3 377,04 \$ | 0,79 \$ | 8,1 | |
| permis | 4,4 mois | 56,40 \$ /mois | 248,16 \$ | 0,12 \$ | 1,5 | 676,80 \$ | 0,16 \$ | 1,6 | |
| | | TOTAL | 1 486,41 \$ | 0,69 \$ | 8,8 | 4 053,84 \$ | 0,94 \$ | 9,7 | |
| Frais de bureau | | | | | | | | | |
| papeterie | 4,4 mois | 20,00 \$ /mois | 88,00 \$ | 0,04 \$ | 0,5 | 240,00 \$ | 0,06 \$ | 0,6 | |
| envois | 4,4 mois | - \$ /mois | - \$ | - \$ | 0,0 | - \$ | - \$ | 0,0 | |
| | | TOTAL | 88,00 \$ | 0,04 \$ | 0,5 | 240,00 \$ | 0,06 \$ | 0,6 | |
| Rep./déplacements | | | | | | | | | |
| représentation | 4,4 mois | 40,00 \$ /mois | 176,00 \$ | 0,08 \$ | 1,0 | 480,00 \$ | 0,11 \$ | 1,2 | |
| déplacements | 4,4 mois | - \$ /mois | - \$ | - \$ | 0,0 | - \$ | - \$ | 0,0 | |
| | | TOTAL | 176,00 \$ | 0,08 \$ | 1,0 | 480,00 \$ | 0,11 \$ | 1,2 | |
| Honoraires professionnels | | | | | | | | | |
| honoraires professionnels | 4,4 mois | 180,00 \$ /mois | 792,00 \$ | 0,37 \$ | 4,7 | 2 160,00 \$ | 0,50 \$ | 5,2 | |
| | | TOTAL | 792,00 \$ | 0,37 \$ | 4,7 | 2 160,00 \$ | 0,50 \$ | 5,2 | |
| Vidange des boues | | | | | | | | | |
| Vidange des boues | 0,37 période | 354,28 \$ /période | 131,08 \$ | 0,06 \$ | 0,8 | 354,28 \$ | 0,08 \$ | 0,8 | |
| | | TOTAL | 131,08 \$ | 0,06 \$ | 0,8 | 354,28 \$ | 0,08 \$ | 0,8 | |
| Déneigement | | | | | | | | | |
| déneigement | 0 mois | - \$ /mois | - \$ | - \$ | 0,0 | - \$ | - \$ | 0,0 | |
| | | TOTAL | - \$ | - \$ | 0,0 | - \$ | - \$ | 0,0 | |
| Divers | | | | | | | | | |
| test d'eau | 0,37 année | 550,00 \$ /année | 203,50 \$ | 0,09 \$ | 1,2 | 550,00 \$ | 0,13 \$ | 1,3 | |
| carburant (génératrice) | 0,37 année | 280,00 \$ /année | 103,60 \$ | 0,05 \$ | 0,6 | 280,00 \$ | 0,07 \$ | 0,7 | |
| publicité | 0,37 année | - \$ /année | - \$ | - \$ | 0,0 | - \$ | - \$ | 0,0 | |
| autres | 0 année | - \$ /année | - \$ | - \$ | 0,0 | - \$ | - \$ | 0,0 | |
| | | TOTAL | 307,10 \$ | 0,14 \$ | 1,8 | 830,00 \$ | 0,19 \$ | 2,0 | |
| | | TOTAL | 16 860,79 \$ | 7,84 \$ | | 41 733,00 \$ | 9,70 \$ | | |
| | | Production totale (période) | Production totale (annuelle) | | | | | | |
| | | Omble chevalier (Kg) 224,4 | 16,77 \$ /lb | Omble chevalier (Kg) 448,8 | 20,82 \$ /lb | | | | |
| | | Omble de fontaine (Kg) 752,1 | 5,17 \$ /lb | Omble de fontaine (Kg) 1504,2 | 6,38 \$ /lb | | | | |

Figure 14 Résumé de l'évaluation des coûts de production

4. Conclusion

L'unité de recirculation (15 % d'eau neuve) mise en place dans l'entreprise s'est avérée efficace à amoindrir les variations de température et de salinité de l'eau d'élevage par rapport à celles enregistrées dans l'eau d'approvisionnement influencée en continu par le cycle des marées. Par ailleurs, les extrêmes de température et de salinité observés dans la prise d'eau (-0,7 °C – 16,8 °C et 8 ‰ – 16 ‰) ont été amoindris dans l'eau d'élevage, où la température s'est maintenue à un minimum de 0,4 °C en hiver et n'a pas dépassé le maximum enregistré dans la prise d'eau en été et la salinité maximale observée dans l'eau d'élevage a été de 10 ‰.

Les performances de croissance des poissons ont été bien différentes pour les deux espèces mises à l'essai. L'omble de fontaine a présenté un coefficient de croissance de Stauffer de 0,022 qui correspond aux standards connus pour cette espèce (0,018 – 0,023). L'omble chevalier a présenté une contre performance (0,006-0,010) qui est sans doute attribuable aux températures moyennes estivales de l'eau qui sont trop élevées sur le site pour cette espèce (max. 13 °C).

Les équipements installés pour le traitement de l'eau se sont avérés efficaces à enlever les MES qui n'ont jamais dépassé les 20 mg/l dans les bassins, alors que la limite de tolérance pour les salmonidés est de 80 mg/l.

L'analyse des coûts de production pour la durée du projet pilote révèle des valeurs relativement élevées (20,82 \$/lb pour l'omble chevalier et 6,38 \$/lb pour l'omble de fontaine) même en excluant le coût d'achat des poissons au départ de l'expérience. Dans ces conditions, il est nettement plus avantageux pour l'entreprise d'acheter du poisson d'un tiers que de le produire elle-même.

Commentaire [SD1] : On parle le <15°C dans *Arctic Charr Aquaculture* de Gavin Johnston, Blackwell Publishing 2002 p.40.

5. Références

- Morin R. (1998) Qualité de l'eau requise pour l'élevage des salmonidés. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, Station technologique piscicole des eaux douces. Document d'information STPED-14. 27 p.
- Papst, M.H., G.B. Ayles et S. Uraivan (1982) A model for estimating the growth of cultured Rainbow Trout. Canadian Technical Report of Fisheries & Aquatic Sciences No. 1088. 10 p.

Annexe 1 Projet-pilote Pisciculture Côte-Nord

Projet pilote Pisciculture Côte-Nord

1. Projet d'expansion de l'entreprise

Un projet d'expansion de l'entreprise d'étang de pêche Pisciculture Côte-Nord est à l'étude depuis 2 ans. L'objectif du promoteur est de produire en mode intensif environ 35 tonnes de salmonidés indigènes (omble chevalier et omble de fontaine) destinées au marché de la consommation. L'approvisionnement en eau, qui est en usage depuis plusieurs années dans cet établissement, provient d'une canalisation installée dans le confluent de la rivière aux Outardes et de l'estuaire du Saint-Laurent. Cette dernière puise de l'eau douce de la rivière, mais aussi de l'eau plus ou moins salée selon les marées qui entraînent une pénétration d'eau de mer dans le lit de la rivière. L'approvisionnement de la station piscicole est donc constitué principalement d'eau douce mais aussi d'eau salée en quantité variable selon les cycles et l'intensité des marées et il présente nécessairement des variations de températures et de salinités.

2. Suivi des températures et salinité de l'eau

Une campagne de mesure des températures et des salinités de l'eau a été effectuée par le technicien en aquaculture de la direction régionale de la Côte-Nord, M. Sébastien Dupuis, afin d'en étudier les variations au cours de l'été. L'échantillonnage s'est déroulé du 27 mai au 9 septembre et des mesures ont été prises dans 2 stations, soit à la prise d'eau actuelle et au lieu de la prise d'eau projeté par le promoteur. La figure 1 présente les températures enregistrées dans les 2 stations au cours de cette période. Ces données nous donnent une perception des variations à long terme. Les températures initiales de 7°C environ montent graduellement jusqu'à 12°C au début de juillet au lieu de la prise d'eau projeté. Les mesures ont été faites ensuite à la prise d'eau actuelle, à partir du 25 juillet, où elles se maintiennent entre 14°C et 16°C jusqu'au début de septembre avec quelques maximums autour de 17°C à la mi-août. Les salinités mesurées à la prise d'eau actuelle pour la période du 25 juillet au 12 septembre sont présentées à la figure 2. On y observe des salinités maximales dans la journée entre 15 ‰ et 25 ‰ pendant les périodes de marées de haute amplitude et des salinités maximales quotidiennes moins élevées, entre 5 ‰ et 15 ‰, pendant les marées de basse amplitude.

Les données de température et de salinité sont présentées pour une semaine, du 6 au 13 septembre, à la figure 3 de manière à mieux percevoir les variations de ces deux paramètres sur une courte période. Les deux paramètres varient de façon inverse, les températures chaudes étant apportées par l'eau douce et les températures plus froides et les salinités élevées étant apportées par l'eau salée qui pénètre le confluent de la rivière. Un examen plus approfondi de ces données sur une période d'une journée montre que la température peut s'élever et s'abaisser de 8 °C et la salinité de 20 ‰ en moins de 60 minutes (figure 4).

3. Problématique

L'approvisionnement en eau prévu pour le projet d'expansion de la production provient de la même origine mais sera plus important pour répondre aux besoins de l'objectif de production. Cependant, la production en mode intensif n'offre pas la même protection aux poissons contre les variations de la température et de la salinité que le mode de production extensif qui a cours présentement dans l'entreprise. En effet, en mode extensif, le taux de renouvellement de l'eau dans les étangs est de plusieurs heures (1 changement / 6 heures), les densités de poissons sont faibles et l'alimentation n'est pas pratiquée en mode intensif pour maximiser la croissance. En mode intensif, tel qu'il est prévu de fonctionner dans le projet d'expansion, la densité élevée des poissons dans les bassins (40 à 50 kg/m³) et une alimentation intensive pour maximiser leur croissance sont des facteurs qui contribuent à augmenter le stress des poissons. Par ailleurs, le taux de renouvellement important de l'eau dans les bassins (1,5 changements / heures), requis par ce mode de production, oblige de mettre en place un mécanisme permettant d'amoindrir les variations brusques de température et de salinité de l'eau d'approvisionnement pour ne pas que les poissons en soient trop affectés.

4. Solutions techniques

Différents moyens ont été évalués pour régulariser la température, tels que la construction d'un étang de rétention de l'eau brute aux dimensions permettant un temps de séjour suffisant pour amoindrir les variations de la température et de la salinité. Cependant, un tel étang occuperait un espace important sur le terrain, représente un coût de construction important en plus d'entraîner le réchauffement de l'eau accumulée pendant la saison chaude. La solution retenue a été la re-circulation de l'eau dans les bassins d'élevage avec l'utilisation d'une proportion d'eau neuve beaucoup plus faible que le débit total utilisé. Cela permet d'amoindrir les variations de température et de salinité apportées par l'eau neuve qui est diluée dans le courant d'eau re-circulée. Il reste à déterminer si ce mode de fonctionnement est suffisamment efficace pour fournir les conditions d'ambiance adéquates pour l'élevage de l'omble de fontaine et de l'omble chevalier en conditions d'élevage intensif.

Un essai à petite échelle du système de production est proposé. Les deux espèces, omble de fontaine et omble chevalier, de deux classes d'âge soit 1 an et 2 ans seront testés en conditions d'élevage à des densités de 40 à 50 kg/m³. L'objectif du projet expérimental est de vérifier la capacité de l'eau provenant de la rivière aux Outardes à soutenir une production de salmonidés en mode intensif. Durant les marées hautes, l'eau devient salée et plus froide et durant les marées basses, elle est douce et un peu trop chaude en été. Les variations d'une condition à l'autre, se font sur une très courte période souvent en deçà de une heure. L'objectif du projet est de mettre en place une petite station expérimentale, fonctionnant en recirculation afin d'étendre sur une période plus longue, les variations de salinité et de température dans les bassins piscicoles et de mesurer la productivité piscicole du système.

5. Description des installations

Le système de production sera composé de quatre bassins d'élevage d'un volume unitaire de 10 m³, pour un volume total de 40 m³. Ce système de production fonctionnera en recirculation partielle, c'est-à-dire que le débit des bassins sera composé de 20 % d'eau nouvelle et de 80 % d'eau recyclée. Un débit de 60 m³/h, composé de 12 m³/h d'eau nouvelle et de 48 m³/h d'eau traitée alimentera les 4 bassins, soit 1,5 changement d'eau par heure (60 m³/h ÷ 40 m³). Le temps de séjour de l'eau neuve sera alors de 3,33 heures dans les bassins (40 m³ ÷ 12 m³/h).

Les bassins de production seront de type « Cornell » c'est à dire munis de deux sorties d'eau utilisées en continu. Entre 5 % et 15 % du débit total sort par le drain de fond, situé et au centre du bassin, entraînant près de 60 % des sédiments produits par les poissons. La plus grande partie du débit, soit de 85 % à 95 %, sort par un orifice pratiqué dans la partie supérieure de la paroi du bassin. Cette eau moins chargée en sédiments est acheminée vers un filtre à micro tamis de 60 microns de diamètre. L'eau évacuée par le fond du bassin, qui contient une part importante des sédiments, est acheminée vers un sédimenteur circulaire (Swirl separator) puis est réinjectée dans le cours du débit principal juste à l'entrée du filtre à micro tamis. Ce mode de fonctionnement du bassin de type « Cornell » permet une plus grande efficacité de récupération des MES qui sont concentrées dans une faible portion du débit total qui alimente le bassin. Il y a lieu de s'attendre à une récupération de l'ordre de 77 % des MES et de 54 % du phosphore.

À la suite de l'enlèvement des sédiments dans le filtre, l'eau est pompée dans une colonne d'oxygénation/dégazage et est oxygénée à l'oxygène pur avant de retourner aux bassins de production. L'eau nouvelle entrera dans le système de production soit, à gravité depuis le bassin de pompage ou sera pompée au haut de la colonne d'oxygénation/dégazage. L'eau rejetée de l'unité de production sort par un trop plein placé dans le bassin de pompage, soit après le système de traitement.

Dans le projet expérimental, étant donnée la faible volume de production et la difficulté de réaliser les travaux avant le prochain hiver, l'eau de lavage du filtre et celle transportant les boues accumulées dans le séparateur circulaire seront acheminées par la conduite actuelle au bassin de sédimentation déjà présent. Au cours du prochain été, l'entreprise aménagera un bassin d'accumulation des boues extraites de l'unité de production. Dans l'éventuel projet commercial de plus grande taille, l'eau de lavage des filtres et celle transportant les boues des séparateurs circulaires seront également acheminées vers un bassin d'accumulation.

6. Rejets potentiels

L'objectif du projet expérimental est de maintenir un inventaire variant de 2 000 à 2 300 kg de poisson en situation d'engraissement intensif, sur une période allant de l'automne 2002 au printemps 2004. Un calendrier de production joint à ce document présente les inventaires et rations d'aliment à chaque mois pour toute la période

d'expérimentation. La quantité annuelle de moulée distribuée aux poissons sera de 4 350 kg à un taux de conversion alimentaire d'environ 1,18. Elle variera de 163 kg/mois en hiver à près de 723 kg/mois en été. La production annuelle de poisson sera environ de 4,0 tonnes.

En considérant l'utilisation d'un bassin d'accumulation de boues, il y a lieu d'anticiper une efficacité de récupération de 77 % des MES et de 53,8 % du phosphore. Le tableau ci-joint présente les rejets en MES et en phosphore du projet expérimental pendant l'année 2004. Les rejets maximums en MES et en phosphore sont estimés respectivement à 1,53 kg/j et 0,078 kg/j. Les rejets moyens annuels en MES et en phosphore sont respectivement de 0,94 kg/j et 0,038 kg/j. De façon préliminaire, nous anticipons que le volume de boues accumulées sera de près de 10 m³ en considérant un taux de matière sèche de 5 %. Le projet pilote permettra de vérifier ce taux de matière sèche dans les boues accumulées.

Par :

Sébastien Dupuis, technicien aquacole,
MAPAQ, Sept-Îles

Richard Morin, Biologiste
MAPAQ, Québec

Robert Champagne, ingénieur
MAPAQ, Québec

Octobre 2002

D:\Pisciculteurs\RolandMichaud\Projet pilote préliminaire Pisc. Côte-Nord.doc

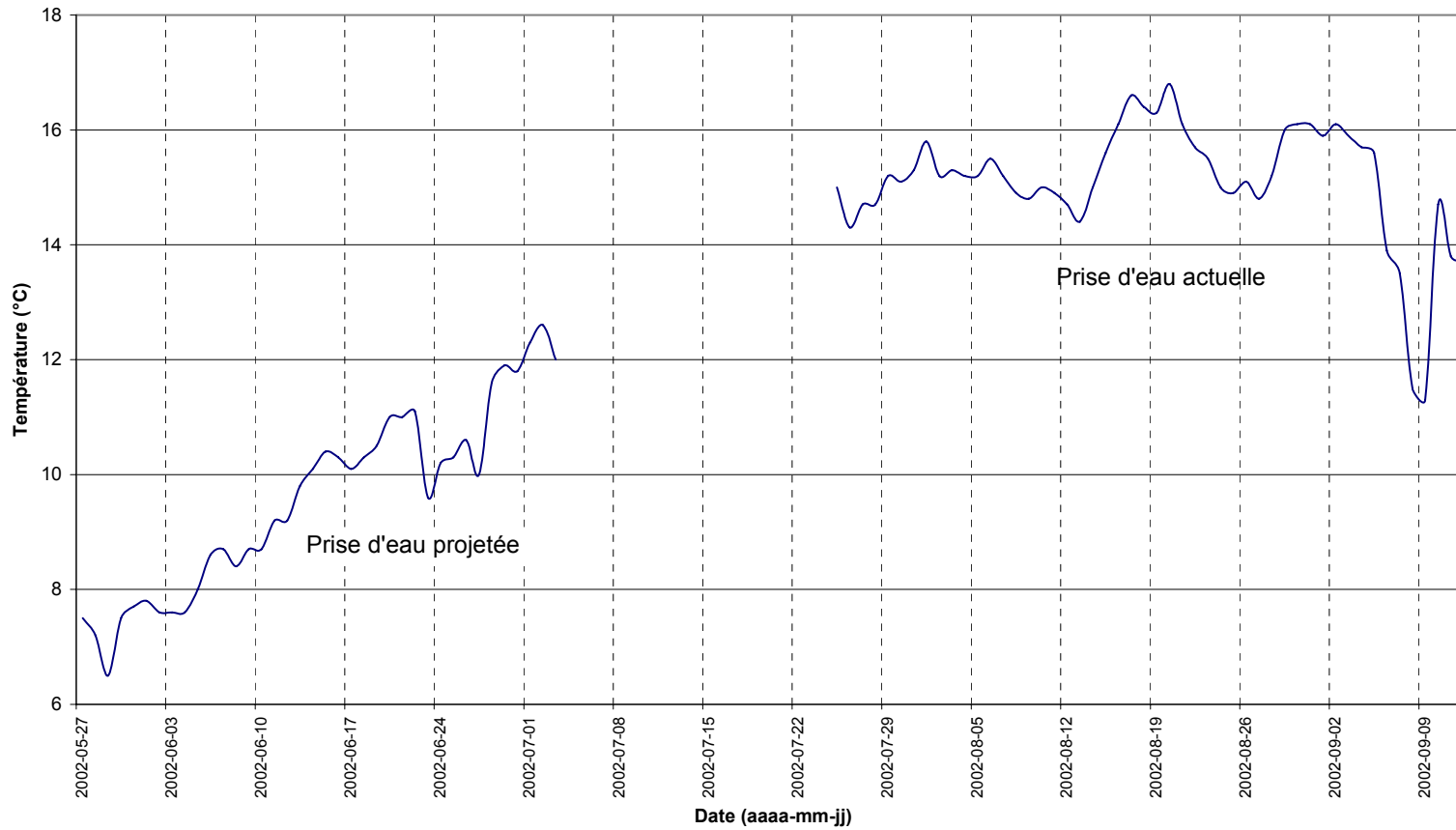


Figure 1 Températures moyennes journalières enregistrées aux sites de la prise d'eau projetée et de la prise d'eau actuelle du 27 mai au 9 septembre 2002

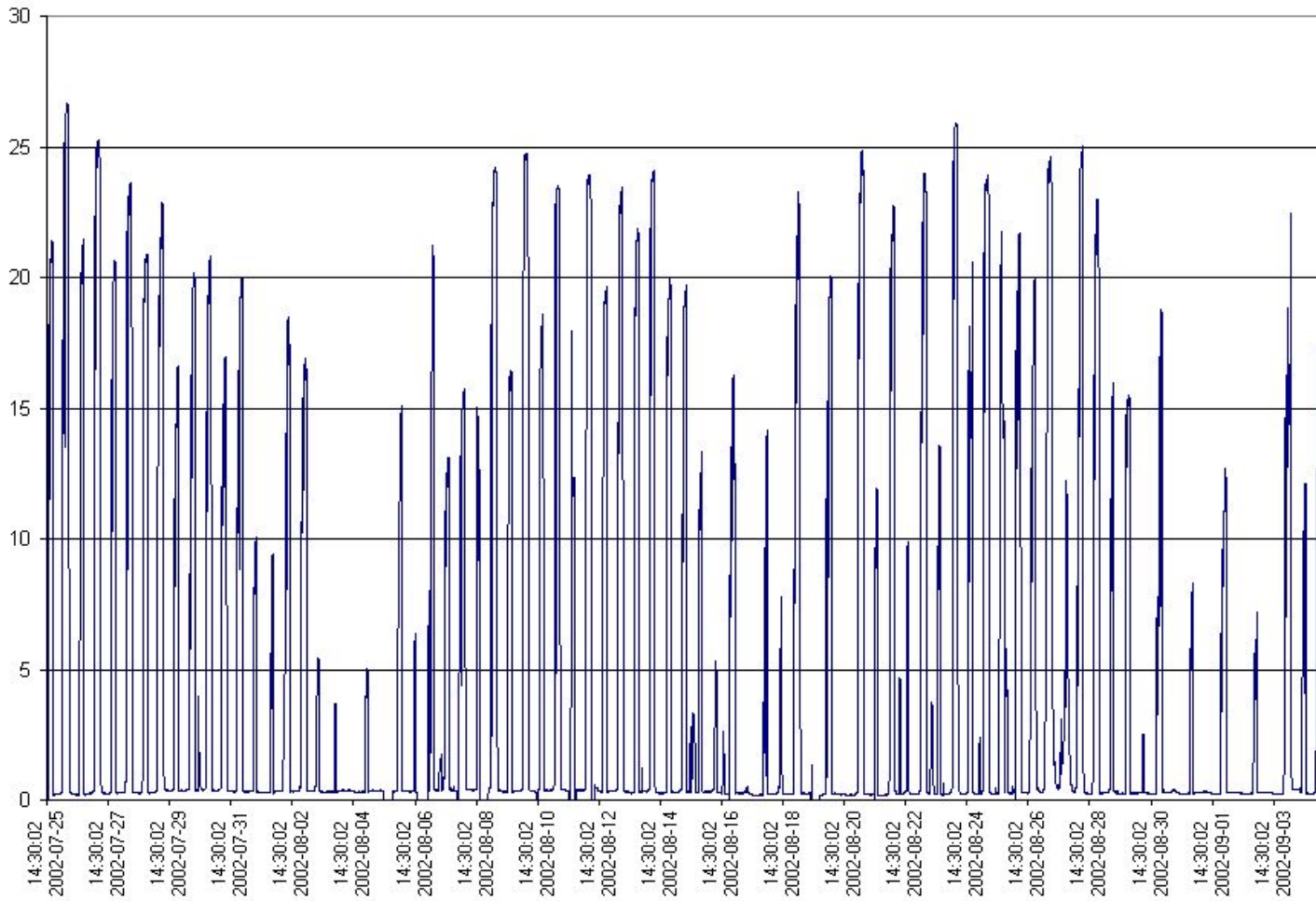


Figure 2 Salinités enregistrées au site de la prise d'eau actuelle du 25 juillet au 3 septembre 2002

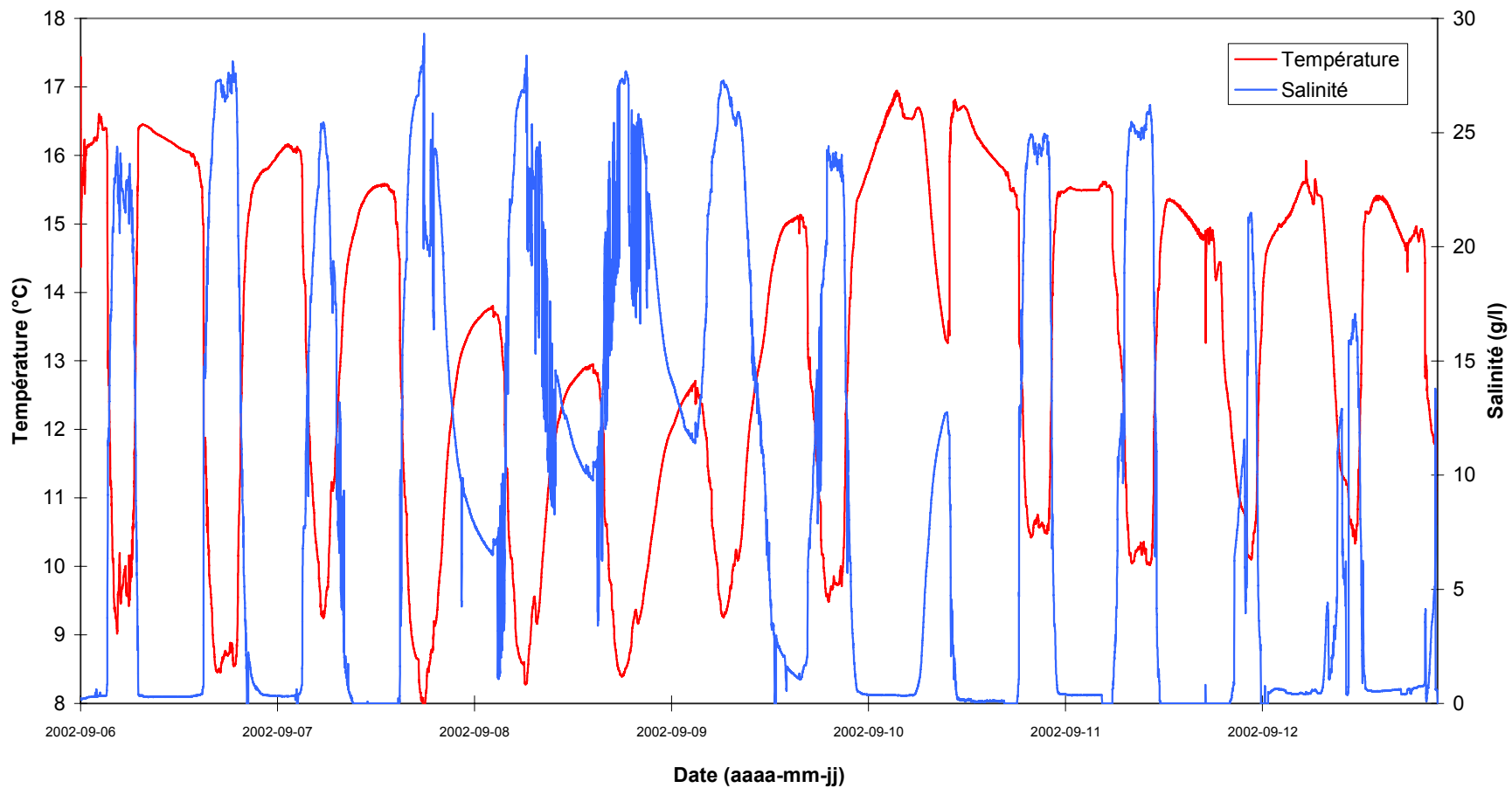


Figure 3 Variations de la température et de la salinité lors d'un cycle de grande marée de pleine lune à la prise d'eau actuelle

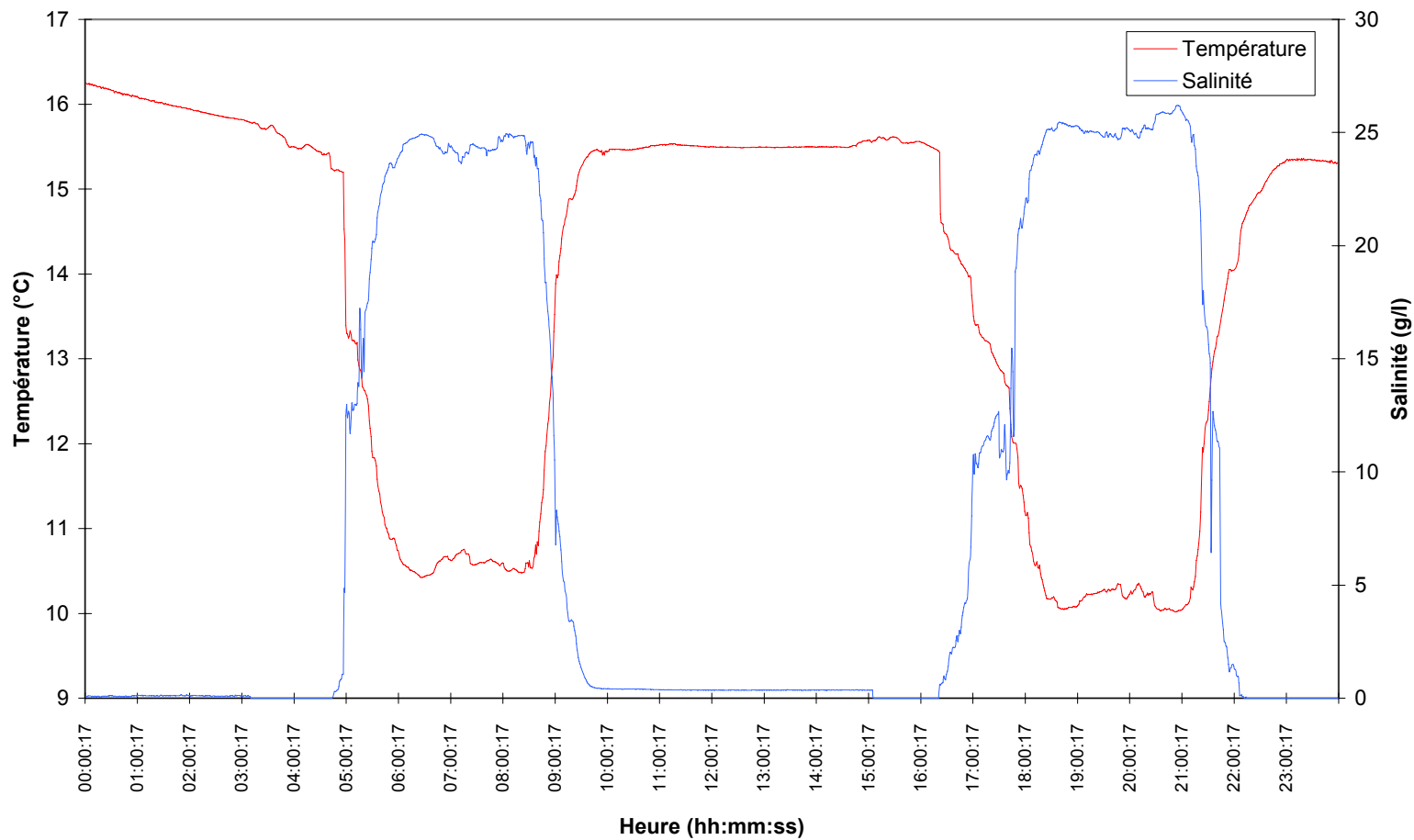


Figure 4 Variations journalières de la température et de la salinité à la prise d'eau actuelle

Annexe 2 Rapport du suivi de performance septembre 2004

Rapport d'étape
Mesurage de l'efficacité du système de traitement
des eaux des 30, 31 août et du 1^{er} septembre 2004
Pisciculture Côte Nord inc.

1- Objectifs du projet de mesurage

Les objectifs du projet de mesurage sont :

- de vérifier les débits des circuits hydriques de l'ensemble des bassins et des unités de traitement;
- de vérifier l'efficacité de traitement du système de production, lequel est constitué d'un pré-tamis, de bassins de type « Cornell », d'un sédimenteur circulaire (swirl), d'un filtre à tambour et du bassin de boues.

2- Débits d'eau

La mesure des débits a été faite en utilisant la méthode du temps de remplissage de contenant. Au moins à trois reprises, la même mesure était faite. Les temps de remplissage étaient tous supérieurs à 11 secondes.

Apport en eau nouvelle

L'apport en eau nouvelle varie en fonction de la hauteur de l'eau de la rivière aux Outardes, laquelle est influencée par les marées. Dans les deux jours de mesurages du 30 août au 1 septembre, nous avons constaté que le débit d'eau nouvelle était à près de 8,6 m³/h à marée haute alors qu'il était à près de 6 m³/h à marée basse.

Tableau 1 : Débits mesurés d'eau nouvelle et les hauteurs de la marée

| Jour | Temps (h) | Hauteur de la marée à Ragueneau, la même qu'à Baie-Comeau* (m) | Débit (m ³ /h) |
|---------------------------|-----------|--|---------------------------|
| 30 août | 14h15 | 3,0 | 8,48 |
| | 15h00 | 3,2 (haute) | |
| | 19h50 | 0,5 | 5,52 |
| | 21h30 | 0,15 | 5,33 |
| | 21h00 | 0,1 (basse) | |
| 31 août | 03h30 | 3,9 (haute) | |
| | 10h00 | 0,0 (basse) | |
| | 16h00 | 3,4 (haute) | 8,74 |
| | 19h50 | 1,0 | 6,46 |
| | 20h40 | 0,4 | 6,18 |
| | 22h00 | 0,0 (basse) | |
| 1 ^{er} septembre | 22h53 | 0,2 | 5,76 |
| | 04h00 | 3,8 (haute) | |
| | 10h00 | 0,1 (basse) | |

* Les hauteurs de marée de Baie-Comeau sont utilisées. Suite à un suivi de la hauteur d'eau dans le puits de pompage fait le 25 janvier 2001, nous avons constaté que le synchronisme des marées à Ragueneau est presque identique à celui de Baie-Comeau.

Pour établir le débit journalier entrant dans la station piscicole, le temps de la journée durant lequel la marée est supérieure à 1,8 m, sera multiplié au débit mesuré le plus élevé et lorsque que la marée sera inférieure à 1,8 m, le temps sera multiplié par le débit moyen établi à partir des plus faibles débits mesurés durant la période de basse marée.

Tableau 2 : Calcul du débit journalier d'eau nouvelle dans la station piscicole

| Jour | Temps de marées au-dessus et au-dessous de 1,8 m | Débit considéré (m ³ /h) | Volume d'eau pour la période (m ³) |
|---------------------------|--|-------------------------------------|--|
| 30 août | De 10h00 à 13h00, total = 2 heures | (5,52+ 5,33)/2= 5,425 | 10,8 |
| | De 13h00 à 18h00, total = 6 heures | 8,48 | 50,9 |
| | De 18h00 à 01h00, total = 6 heures | (5,52+ 5,33)/2= 5,425 | 32,6 |
| 31 août | De 01h00 à 07h00, total = 6heures | 8,74 | 52,4 |
| | De 07h00 à 10h00, total = 4 heures | 5,425 | 21,7 |
| Jour 1 | | | 168,4 m ³ /j |
| 31 août | De 10h00 à 13h00, total = 2 heures | (6,46 +6,18+5,76) = 6,13 | 12,3 |
| | De 13h00 à 19h00, total = 6 heures | 8,74 | 52,4 |
| | De 19h00 à 01h00, total = 6 heures | (6,46 +6,18+5,76) = 6,13 | 36,8 |
| 1 ^{er} septembre | De 01h00 à 08h00, total = 7 heures | 8,74 | 61,2 |
| | De 08h00 à 10h00, total = 3 heures | 6,13 | 18,4 |
| Jour 2 | | | 181,1 m ³ /j |
| Pour les 2 jours | | | 349,5 m ³ /2 jrs |

Débits des bassins

Le débit d'eau moyen des bassins, qui a été mesuré à deux reprises le 30 août et à une reprise le 31 août, était de 49,94 m³/h. Lors de la conception, le débit des bassins devait être de 60 m³/h.

Tableau 3 : Débit des bassins (m³/h)

| | Bassin1 | Bassin 2 | Bassin 3 | Bassin 4 | Eau suroxygénée | Total |
|---------|---------|----------|----------|----------|-----------------|-------|
| 30 août | 11,12 | 13,13 | 9,43 | 9,95 | 6,51 | 50,14 |
| | 11,12 | 13,00 | 9,51 | 9,82 | 6,51 | 49,96 |

| | | | | | | |
|---------|-------|-------|------|------|---------|-------|
| 31 août | 11,13 | 13,01 | 9,42 | 9,71 | 6,45 | 49,72 |
| | | | | | Moyenne | 49,94 |

Ratio débit eau nouvelle / débit des bassins

Le ratio du débit d'eau nouvelle sur le débit d'eau des bassins est de 14,6 %. Bien que le débit actuel des bassins est inférieur à celui de la conception, ce ratio est légèrement inférieur à celui de la conception qui est de 15 %.

Tableau 4 : Ratio débit d'eau nouvelle / débit d'eau des bassins

| | Eau nouvelle | Eau bassins | Ratio |
|-------------|-----------------------------|-------------------------------|--------|
| Jour 1 | 168,4 m ³ /j | 1 201,2 m ³ /j | 14,0 % |
| Jour 2 | 181,1 m ³ /j | 1 193,3 m ³ /j | 15,2 % |
| Les 2 jours | 349,6 m ³ /2 jrs | 2 394,5 m ³ /2 jrs | 14,6 % |

Ratio débits drains de fond et drains latéraux / débit des bassins

La proportion des débits des bassins sortant par le fond est de 9,6 %, soit très près du ratio de conception qui était de 10 %.

Tableau 5 : Ratio débits drains de fond et drains latéraux / débit des bassins

| | Débits bassins (*) | Débits drains de fond (*) | Débits drains de surface | Ratio débit drains de fond / débits bassins |
|---------------|-------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|---|
| 30 août | 50,05 m ³ /h (2) | 5,1 m ³ /h (2) | 44,95 m ³ /h | |
| Jour 1 | 1 201,2 m ³ /j | 122,4 m ³ /j | 1 078,8 m ³ /j | 10,2 % |
| 31 août | 49,72 m ³ /h (1) | 4,5 m ³ /h (3) | 45,22 m ³ /h | |
| Jour 2 | 1 193,3 m ³ /j | 108 m ³ /j | 1 085,3 m ³ /j | 9,1 % |
| Les 2 jours | 2 394,5 m ³ / 2jrs | 230,4 m ³ /2 jrs | 2 164,1 m ³ /2 jrs | 9,6 % |

(*) nombre de mesures du débit

Débit de l'auto lavage du filtre à tambour

Le débit d'auto lavage du filtre à tambour a été mesuré 3 fois la première journée et 4 fois la deuxième journée pour des débits moyens de 0,32 et 0,33 m³/h et des temps de fonctionnement moyen de 30 à 32 secondes et les temps d'arrêt étaient environ de 1 min 8 sec. Nous pouvions observer que le temps de lavage aurait pu être plus court de près de 8 secondes car dans les derniers moments du temps de lavage, l'eau était claire. Dans le mécanisme de fonctionnement du filtre, l'auto lavage est amorcé par la détection d'un niveau d'eau plus haut en amont du filtre et le temps d'auto lavage est déterminé par une chronométrie. Nous avons utilisé un appareil nous permettant d'enregistrer les temps de fonctionnement des cycles de lavage du filtre à tambour. Bien que cet équipement n'a pas fonctionné continuellement comme nous l'espérions,

il nous a permis d'enregistrer suffisamment de temps pour avoir une bonne mesure du temps moyen de fonction des cycles d'auto lavage du filtre. Le temps de fonctionnement du filtre à tambour durant les deux jours de suivi a été de 34,9 % du temps. Pour la période de 2 jours, le débit des eaux d'auto lavage du filtre représente 0,19 % du débit d'eau total filtrée.

Tableau 6 : Débit d'eau auto lavage du filtre

| | Débits bassins (m ³ /j) | Débits eau nouvelle (m ³ /j) | Débits total d'eau filtrée | Débit d'auto lavage | Ratio débit d'auto lavage / débits d'eau filtrée |
|-------------|------------------------------------|---|----------------------------|---------------------|--|
| Jour 1 | 1 201,2 | 168,4 | 1 369,6 | 2,66 | 0,19 % |
| Jour 2 | 1 193,3 | 181,1 | 1 374,4 | 2,55 | 0,19 % |
| Les 2 jours | 2 394,5 | 349,5 | 2 744 | 5,21 | 0,19 % |

3- La récupération des MES

Dans la station piscicole, des échantillons d'eau ont été prélevés à 9 points dans le système de production. Ces points d'échantillonnage sont :

- 1- dans le bassin de réception de l'eau nouvelle à l'entrée de la station piscicole;
- 2- à l'entrée du filtre à tambour de 60 microns;
- 3- à la sortie du filtre à tambour;
- 4- les eaux de lavage du filtre à tambour;
- 5- le bassin de pompage;
- 6- les sorties latérales des bassins de production;
- 7- dans le bassin servant de trop-plein aux drains de fonds (équivalent à l'entrée du swirl);
- 8- à la sortie du sédimenteur circulaire (swirl);
- 9- à la sortie des eaux de la station piscicole dans le fossé.

À chaque jour et à chaque point, un échantillon d'eau pour le laboratoire était composé de 12 échantillons manuels de 1 litre. L'échantillon composé était gardé au froid dans un réfrigérateur. À la fin de la période de 24 heures, l'échantillon composé était brassé légèrement afin d'uniformiser le contenu et une partie était transvidée dans la bouteille allant au laboratoire, soit 1 litre d'eau.

À la sortie des drains latéraux des bassins et à toutes les deux heures, l'échantillon était composé de 4 échantillons de 1 litre dans chacune des sorties. L'échantillon composé contenant l'eau des 4 sorties latérales était légèrement mélangé pour en uniformiser le contenu et un échantillon en était prélevé.

Pour les eaux de lavage du filtre à tambour, l'échantillon était prélevé manuellement lors d'un cycle de lavage. Toute l'eau du cycle était récupérée et après en avoir uniformisé le contenu, un échantillon d'un litre en était prélevé.

Les prélèvements de l'eau de l'entrée du sédimenteur « swirl » circulaire étaient faits dans le regard de trop-plein des drains de fond en amont du sédimenteur. Et les prélèvements de sortie étaient faits dans le tuyau horizontal servant de déversoir.

A. Résultats d'analyses en laboratoire

Mise en forme : Puces et numéros

Les résultats d'analyses d'eau présentent des concentrations en MES relativement faibles. La limite d'analyse utilisée par le laboratoire est de 3 mg/l. Ces faibles concentrations qui sont très près de la limite d'analyse, pourraient expliquer qu'il n'y a pas de différence de concentration en MES entre l'entrée et la sortie du filtre à tambour bien que ce dernier récupère des matières solides comme le démontre les concentrations mesurées dans les eaux de lavage.

Il est surprenant de constater la présence de concentrations en MES assez élevées dans les sorties latérales des bassins comparativement à celles des drains de fond.

Tableau 7 : Résultats des analyses des MES (mg/l)

| | | 30 –31 août | 31 août – 1 ^{er} septembre |
|---|--|-------------|--|
| 1 | Entrée d'eau nouvelle | 3 | 5 |
| 2 | Entré du filtre à tambour | 5 | < 3 |
| 3 | Sortie du filtre à tambour | 5 | < 3 |
| 4 | Eaux de lavage du filtre à tambour | 545 | 625 |
| 5 | Bassin de pompage | 3 | < 3 |
| 6 | Sorties latérales des bassins de production | 5 | 10 |
| 7 | Regard de trop-pleins des drains de fonds (entrée swirl) | 10 | 15 |
| 8 | Sortie du sédimenteur circulaire (swirl) | 6 | 4 |
| 9 | Sortie des eaux de la station piscicole | 17 | 7 |

B. Bilan sommaire des matières solides

Mise en forme : Puces et numéros

L'eau nouvelle provenant de la rivière des Outardes contient des matières solides. La concentration des MES contenue dans l'eau varie d'une journée à l'autre de 0,51 à 0,91 kg/j et de 1,42 kg durant les 2 jours. L'échantillonnage des eaux nouvelles a été fait après le pré-tamassage, ce qui exclue le poids des matières filtrées par ce dernier, qui n'entrent pas dans le présent bilan. Cela est probablement attribuable aux conditions de marée et aux conditions atmosphériques telles l'intensité et la direction du vent.

Les concentrations de MES mesurées à l'entrée et la sortie du filtre sont identiques, il est donc impossible de définir une efficacité. Seulement les résultats des eaux de lavage, nous permettent de connaître la charge de matières solides récupérées par le filtre. Il est important de mentionner que la membrane du filtre n'était pas en bon état lors de l'échantillonnage. Cette dernière avait subi des bris et elle avait été réparée mais elle avait encore des ouvertures où de l'eau non filtrée pouvait circuler.

Les rejets à la sortie de la station piscicole sont variables d'une journée à l'autre. Ils étaient plus élevés la première journée; cela est attribuable à la vidange des boues du cône du sédimenteur circulaire durant l'échantillonnage du matin de cette première journée. Cela nous a permis de constater l'impact de la vidange sur les rejets. Il est

aussi important de mentionner que le bassin de boues n'avait pas été vidangé récemment. De plus, de la chaux n'avait pas été utilisée pour stabiliser les boues.

Tableau 8 : Charges en matières solides (MES)

| | Jour 1 | | | Jour 2 | | | Les 2 jours | |
|-----------------------------------|---------------------------|--------------|----------------|---------------------------|--------------|----------------|---------------------------|------------------|
| | Débit (m ³ /j) | Conc. (mg/l) | Charges (kg/j) | Débit (m ³ /j) | Conc. (mg/l) | Charges (kg/j) | Débit (m ³ /j) | Charges (kg/2 j) |
| 1 Entrée d'eau nouvelle | 168,4 | 3 | 0,51 | 181,1 | 5 | 0,91 | 349,5 | 1,42 |
| 4 Eaux de lavage filtre à tambour | 2,66 | 545 | 1,45 | 2,55 | 625 | 1,60 | 5,21 | 3,05 |
| 7 Entrée du « swirl » | 122,4 | 10 | 1,22 | 108 | 15 | 1,62 | 230,4 | 2,84 |
| 8 Sortie du « swirl » | 122,4 | 6 | 0,73 | 108 | 4 | 0,43 | 230,4 | 1,17 |
| 9 Sortie de la station piscicole | 168,4 | 17 | 2,86 | 181,1 | 7 | 1,27 | 349,5 | 4,13 |

L'efficacité de récupération du sédimenteur circulaire « swirl » a varié entre 40 et 73 % pour une moyenne de 59 % pour les deux jours d'échantillonnages. Les efficacités de récupération des MES selon la courbe établie par Couturier et all., laquelle croît avec la concentration à l'entrée, sont respectivement de 40 et 60 % pour des concentrations à l'entrée de 10 et 15 mg/l. Lors de la conception, nous anticipions une concentration plus élevée en MES dans l'eau des drains de fond à 40 mg/l et nous anticipions une efficacité de récupération de 80 %. Ces faibles concentrations de MES sont sans doute attribuables en partie à une ration journalière de moulée de qui est inférieure de près de 35 % aux prévisions.

Tableau 9 : Taux de récupération du sédimenteur circulaire (swirl)

| | Jour 1 | Jour 2 | Les 2 jours |
|-------------------------------|----------------|----------------|--------------------|
| | Charges (kg/j) | Charges (kg/j) | Charges (kg/2 jrs) |
| Entrée du « swirl » | 1,22 (10 mg/l) | 1,62 (15 mg/l) | 2,84 |
| Sortie du « swirl » | 0,73 | 0,43 | 1,17 |
| Récupération par le « swirl » | 0,49 (40 %) | 1,19 (73 %) | 1,67 (59 %) |

Le bilan des matières solides des 2 jours cumulés est présenté au tableau 11. Pour les poissons, nous avons considéré qu'ils évacuent l'équivalent de 25 % en poids de la quantité de moulée consommée. Les données des quantités de moulée servies durant les 2 jours de mesurage proviennent du registre de production que l'entreprise complète à chaque mois. Cependant, dans la façon de faire de l'entreprise, la comptabilisation journalière de la moulée distribuée est le résultat d'un calcul du poids total de moulée placé dans un contenant divisé par le nombre de jours nécessaire à la distribution aux poissons. Les quantités journalières apparaissant aux registres seraient donc des valeurs moyennes sur quelques jours. Afin d'établir la quantité de moulée qui aurait été donnée durant les deux jours de mesurages, nous avons considéré les valeurs des 29, 30 et 31 août 2004 pour établir une moyenne sur ces 3 jours. La consommation du 1^{er} septembre n'a pas été considérée vue l'arrêt du

mesurage à 10h00. La moulée considérée pour les 30 et 31 juillet 2004 est d'environ 31,4 kg.

Tableau 10 : Quantités de moulée servies aux poissons dans les jours précédant l'échantillonnage

| dates | Température (°C) | Bassin 1 (g/j) | Bassin 2 (g/j) | Bassin 3 (g/j) | Basin 4 (g/j) | Total (g/j) |
|------------------------------|------------------|----------------|----------------|----------------|---------------|-------------|
| 29 août 2004 | 13,7 | 1500 | 4500 | 1800 | 4500 | 12314 |
| 30 août 2004 | 13,4 | 1500 | 9000 | 1800 | 4500 | 16813 |
| 31 août 2004 | 13,1 | 4500 | 4500 | 4500 | 4500 | 18013 |
| Moyenne des 29,30 et 31 août | | | | | | 15713 |
| Pour 2 jours | | | | | | 31,4 kg |

En considérant le bilan entrée/sortie de la station piscicole, on arrive à une récupération de près de 55 % des matières solides qui sont introduites par l'eau nouvelle et les poissons. Cependant, la quantité qui serait récupérée par le « swirl » et le filtre à tambour représenterait près de 51 % de cette quantité introduite.

Tableau 11 : Bilan des matières solides sur les 2 jours

| | Charges en MES (kg/2 jours) |
|--|-----------------------------|
| Entrée de la station piscicole | 1,42 |
| Apport en MES des poissons (31,4 kg x 0,25 % MES/ kg moulée) | 7,85 |
| Total des MES entrant dans la station piscicole | 9,27 |
| Sortie de la station piscicole | 4,13 |
| Quantité récupérée de MES dans la station piscicole | 5,14 (55,4 %) |
| Total récupéré par le « swirl » et le filtre à tambour | 4,72 (50,9 %) |

La partie récupérée par le sédimenteur circulaire et le filtre à tambour par rapport à la quantité résultant de la moulée est de près de 60 %. Lors de la conception du projet, nous avons anticipé une efficacité de récupération de 75 % des MES résultants de la production pour ces deux éléments. Le mauvais fonctionnement du filtre à tambour peut expliquer en partie cet écart d'efficacité.

Notre méthode d'échantillonnage, le niveau de précision des analyses en laboratoire, des concentrations en MES qui sont en générale plus faibles qu'attendues, une ration journalière de moulée plus faible que prévue, sont d'autres facteurs qui pourraient expliquer cet écart.

4- Attentions particulières pour la prochaine séance de mesurage

- 1- S'assurer que l'équipement utilisé pour enregistrer le temps de fonctionnement des lavages du filtre à tambour fonctionne bien.
- 2- S'assurer que le filtre à tambour est en bon état de fonctionnement.
- 3- Avoir une ration journalière stable durant la période d'échantillonnage et les jours précédents.
- 4- Mesurer les quantités de moulées servies durant les mesurages.
- 5- S'assurer que l'on prélève des échantillons d'eau représentatifs.

- 6- Réaliser l'échantillonnage sur 3 jours avec départ le lundi.
- 7- Si possible, avoir une précision d'analyse d'eau plus grande que 3 mg/l pour les MES.
- 8- Assurer le financement des analyses en laboratoire afin d'assurer le respect des délais d'analyse
- 9- Ajuster ou améliorer différentes composantes du système de production (ex. : positionner l'entrée d'eau des bassins afin qu'elle ne provoque pas la remise en suspension des particules, aussi et si possible, modifier les drains latéraux afin qu'il y ait une sortie d'eau par déversement dans le réceptacle latéral et non pas sur toute la hauteur de la grille).

Sébastien Dupuis, technicien aquacole

Robert Champagne, ingénieur

MAPAQ, Sept-Îles

MAPAQ, Québec

Le 28 avril 2005

Rapport d'étape
Séance de mesure de l'efficacité du système de traitement
des eaux de la Pisciculture Côte Nord inc.

Séance de mesure du 17 au 19 octobre 2005

1. Introduction

Mise en forme : Puces et numéros

Ce rapport d'étape fait suite au projet de mesurage réalisé à la Pisciculture Côte Nord inc. en septembre 2004 dans lequel les objectifs ont été :

- de vérifier les débits des circuits hydriques de l'ensemble des bassins et des unités de traitement;
- de vérifier l'efficacité de traitement du système de production, lequel est constitué d'un pré-tamis, de bassins de type « Cornell », d'un sédimenteur circulaire (swirl), d'un filtre à tambour et du bassin de boues.

Le présent rapport d'étape reprend les 2 objectifs précédant avec une séance d'échantillonnage qui s'est déroulée du 17 au 19 octobre 2005 sur le même système d'élevage. Comparativement aux mesures effectuées en 2004, lesquelles analysaient seulement les concentrations des matières en suspension (MES), la séance de mesure de 2005 a permis d'analyser les concentrations des MES, du phosphore total et du phosphore dissout dans les différents systèmes de production et de traitement des eaux.

2. Séances d'échantillonnage

La séance d'échantillonnage a été réalisée en 2 séquences :

- Séquence 1 : début le 17 octobre à 14h30 jusqu'au 18 octobre à 12h30;
- Séquence 2 : début le 18 octobre à 14h30 jusqu'au 19 octobre à 12h30.

Durant ces 2 séquences, 2 suivis ont été réalisés :

- Suivi 1 : échantillonnage aux 2 heures de l'ensemble des systèmes de traitement;
- Suivi 2 : échantillonnage aux 4 heures du sédimenteur circulaire.

Suivi 1 : Échantillonnage aux 2 heures de l'ensemble des systèmes de traitement

Environ 800 ml d'eau a été prélevé manuellement à toutes les 2 heures à 9 points de mesure dans la station piscicole. Au bout de 24 heures, les 12 volumes d'eau par points de mesure ont été mélangés dans le but d'y prélever 3 échantillons (MES, phosphore total et dissout) pour analyse au laboratoire.

Les points de mesure ont été (voir le schéma à l'annexe 1) :

- A- Entrées des 4 bassins (échantillon combiné des 4 entrées d'eau);
- B- Trop plein de sortie des 4 bassins (échantillon combiné des 4 sorties);
- D- Entrée du sédimenteur circulaire ou de la sortie des drains de fond des bassins;
- F- Trop plein (sortie) du sédimenteur circulaire;
- G- Entrée du filtre à tambour;
- H- Eaux de lavage du filtre à tambour;

- I- Trop plein (sortie) filtre à tambour;
- J- Eau neuve – après le système de filtration primaire;
- K- Sortie de la pisciculture – fossé extérieur.

Suivi 2 : Échantillonnage aux 4 heures du sédimenteur circulaire

Aux 4 heures, des échantillons d'eau ont été prélevés manuellement à l'entrée et à la sortie du sédimenteur circulaire (points D et F) dans le but de suivre les concentrations de phosphore total et dissout. Par conséquent, 12 échantillons par séquence de mesure ont été analysés au laboratoire (6 périodes de 4 heures/jour X (1 phosphore total + 1 phosphore dissout) = 12 analyses / séquence).

3. Registre d'élevage

Le tableau 1 (annexe 1) présente les principales informations du registre d'élevage recueillies durant la période d'échantillonnage.

4. Débits d'eau

La mesure des débits a été faite par volumétrie, en calculant le temps de remplissage d'un contenant dont le volume était connu. Le tableau 2 présente les débits mesurés dans la station piscicole.

Mise en forme : Puces et numéros

Tableau 2 : Débits d'eau

| Endroit de mesure | Débit |
|---|--|
| Eau neuve | 5,8 m ³ /h |
| Alimentation des 4 bassins (total comprenant l'eau en provenance du saturateur d'O ₂) | 55,4 m ³ /h |
| Sortie des 4 drains de fond | 5,43 m ³ /h |
| Vidange journalier des boues du sédimenteur circulaire | 2,14 m ³ /jour |
| Eaux de lavage du filtre à tambour | 1,06 m ³ /jour (selon la mesure du temps de fonctionnement) |

Le débit journalier des eaux de lavage du filtre à tambour a été déterminé en mesurant le temps de fonctionnement du filtre à tambour sur une période de plus de 24 heures. Selon ces mesures, il résulte que :

- sur une base journalière, le filtre à tambour a fonctionné 20 % du temps (4h49min sur 24h) (en 2004 = 34,9 %);
- les cycles de lavage ont été en moyenne de 49 secondes (variation de 48 à 52 secondes) (en 2004 = 30 à 32 sec);
- par cycle, un volume d'eau de 3 litres a été récupéré. Ce qui permet de calculer le 1,06 m³/jour d'eau de lavage;
- le volume d'eau de lavage représente 0,072 % du débit total qui alimente le filtre à tambour (en 2004 = 0,19 %);
- contrairement aux observations de 2004, l'eau de lavage du filtre à tambour semblait encore chargée de particules dans les dernières secondes du cycle de lavage. Peut-être que le cycle de lavage aurait pu être allongé de quelques secondes;

- la figure 1 (annexe 3) présente le pourcentage du temps de fonctionnement du filtre à tambour durant les séances d'échantillonnage. Le pourcentage représente le ratio du temps de marche du cycle de lavage du filtre sur le temps d'arrêt de ce dernier. Plus le ratio est élevé, plus souvent le filtre à tambour était lavé;
- les niveaux des marées journalières, selon les données d'Environnement Canada pour Baie Comeau, ont été ajoutés à cette figure. Selon la figure 1, il semble y avoir un lien entre les marées et les cycles de lavage du filtre à tambour. Le filtre semble se nettoyer plus souvent lorsque la marée est maximale ou minimale. Vers 8h15 le matin du 18 octobre, un maximum de plus de 200 % a été atteint. Cela coïncide avec le nettoyage du sédimenteur circulaire et des trop plein des bassins par le pisciculteur ainsi que l'heure d'une marée basse.

Le débit journalier des boues vidangées du sédimenteur circulaire a été calculé selon la baisse de niveau d'eau (environ 32") dans le sédimenteur circulaire. Cette opération est réalisée tous les matins vers 8h00.

Selon les mesures des débits d'eau, il résulte que :

- le ratio débit d'eau nouvelle sur le débit des bassins est de 10,5 % (en 2004 = 14,6 %). La mesure du débit d'eau nouvelle n'a été prise que 2 fois. La différence avec les données de 2004 peut s'expliquer par des mesures prises à marée basse seulement;
- le ratio du débit des drains de fond sur le débit des bassins est de l'ordre de 9,8 % (2004 = 9,6%).

5. La récupération des MES

5.1 Résultats d'analyses en laboratoire

Les analyses de MES ont été faites en laboratoire sur des volumes de 1 litre avec une précision des résultats à 1 mg/l. Le tableau 3 présente les concentrations des MES en fonction des points de mesure. Les MES ont été mesurées pour les 2 séquences selon le suivi 1 (Échantillonnage aux 2 heures de l'ensemble des systèmes de traitement).

Tableau 3 : Résultats d'analyses des concentrations des matières en suspension – suivi 1

| Points de mesure | | Séquence 1 | Séquence 2 | Comparaison avec données 2004 |
|--|---|----------------------|----------------------|-------------------------------|
| | | Concentration (mg/l) | Concentration (mg/l) | Concentration (mg/l) |
| Entrées des 4 bassins | A | 14 | 9 | < 3 à 3 |
| Trop plein de sortie des 4 bassins | B | 12 | 7 | 5 à 10 |
| Entrée sédimenteur circulaire ou de la sortie des drains de fond des bassins | D | 12 | 7 | 10 à 15 |
| Trop plein (sortie) sédimenteur circulaire | F | 9 | 9 | 4 à 6 |
| Entrée du filtre à tambour | G | 16 | 9 | < 3 à 5 |
| Eaux de lavage du filtre à tambour | H | 1400 | 1100 | 545 à 625 |
| Trop plein (sortie) filtre à tambour | I | 13 | 8 | < 3 à 5 |
| Eau neuve – après le système de filtration primaire | J | 23 | 7 | 3 à 5 |
| Sortie de la pisciculture – fossé extérieur | K | 17 | 7 | 7 à 17 |

L'analyse du tableau 3 permet de voir que :

- En comparaison avec les données de 2004, les concentrations en MES sont dans l'ensemble supérieures en 2005. Seules les concentrations dans les drains de fond et à la sortie de la pisciculture semblent similaires;
- Les concentrations en MES ont été dans l'ensemble plus élevées lors de la séquence de mesure 1. La plus grande concentration de MES dans l'eau neuve de la séquence 1 peut en être la cause en raison du renouvellement de l'eau dans la pisciculture à toutes les 8 heures environ (40 m³ de bassin + 6 m³ environ pour l'eau dans les équipements ÷ 5,8 m³/h d'eau neuve);
- Durant la séquence de mesure 2, une augmentation des MES a été mesurée entre l'entrée et la sortie du sédimenteur circulaire (points F – D). Selon ces mesures, le sédimenteur apporterait de nouveau sédiment dans le système, ce qui ne représente pas la réalité. Une erreur d'analyse ou d'échantillonnage est peut-être à l'origine de ce résultat ;

5.2 Bilan sommaire des matières solides

Le tableau 4 présente le calcul du bilan général sur les charges en matière solides obtenues en multipliant les concentrations par les débits journaliers mesurés. Le bilan général ne considère que les mesures de MES aux points d'entrée et de sortie de la pisciculture.

Tableau 4 : Bilan général des charges en matières solides

| Points de mesure | | Séquence 1 | | Séquence 2 | |
|--|------------------|-------------------------|--|-------------------------|--|
| | | Charge de MES (kg/jour) | Efficacité de récupération (charge/somme intrants) | Charge de MES (kg/jour) | Efficacité de récupération (charge/somme intrants) |
| Production via l'alimentation | Calcul théorique | +1,97 ¹ | - | +2,19 ¹ | |
| Eau neuve – après système de filtration primaire | J | + 3,20 | - | + 0,97 | |
| Somme des intrants | | 5,17 | | 3,16 | |
| Boues (sortie du sédimenteur circulaire) | D-F | - 0,39 | 7,5 % | 0 ² | 0 % |
| Eaux de lavage du filtre à tambour | H | - 1,49 | 28,8 % | - 1,17 | 37,0 % |
| Sortie de la pisciculture – fossé extérieur | K | - 2,42 | 46,8 % (perte sortie de station) | - 1,00 | 31,6 % (perte sortie de station) |
| Somme des extrants | | 4,30 | | 2,17 | |
| Balance | | + 0,87 | | + 0,99 | |

¹ Calculé selon que 0,25 kg de MES est produit par kg d'aliment

² Une charge négative a été calculée pour les boues vidangées du sédimenteur circulaire. Pour les fins de calcul, la charge des boues a été considérée nulle (0 au lieu de -0,26 kg/jour)

L'analyse du tableau 4 permet de voir que :

- la sommation du bilan général ne balance pas. Des accumulations de 0,87 et 0,99 kg/jour semblent avoir été observées dans le système. Cela pourrait aussi s'expliquer par la consommation d'une partie de cette matière organique par les bactéries présentes dans l'eau ou que les calculs ne tiennent pas compte de la présence du bassin de boue. Il se peut aussi que cette accumulation soit le résultat d'erreur de manipulation et d'analyse;
- l'efficacité globale des équipements de traitement est relativement faible. En comparaison, en 2004, la combinaison swirl et filtre à tambour avait une efficacité de récupération des MES de 51 % (en 2005 = 36,3 et 37 %);
- en comparaison avec les calculs de 2004 (55,4 %), la quantité de MES récupérée en 2005 dans la station piscicole est de 53,2 % et 68,4 %;
- donc, malgré la moins grande efficacité de la combinaison swirl et filtre à tambour en comparaison avec les données de 2004 (diminution d'environ 14 %), les rejets à la sortie de la station des MES en 2005 ont été égaux ou inférieurs à 2004 (-0,8 à +13 % de diminution). Est-ce dû à une accumulation des MES quelque part dans le système ou une meilleure efficacité de récupération des équipements? Comme pour le filtre à tambour, le swirl capterait peut-être d'avantage de MES. Les analyses de laboratoire à l'entrée et à la sortie de ces équipements peuvent ne pas avoir été représentatives de leur efficacité;
- à titre comparatif, il est possible de calculer l'efficacité des systèmes de traitement en calculant à l'aide des charges aux entrées et sorties des équipements (calculs avec les concentrations du tableau 3). Voir le tableau 5 suivant :

Tableau 5 : Efficacité de traitement des équipements en fonction des concentrations de MES mesurées aux entrées et sorties de ces derniers

| Points de mesure | Séquence 1 | | Séquence 2 | | |
|---|-------------------------|----------------------------|-------------------------|----------------------------|--------------|
| | Charge de MES (kg/jour) | Efficacité de récupération | Charge de MES (kg/jour) | Efficacité de récupération | |
| Filtre à tambour | | | | | |
| Entrée du filtre à tambour | G | 23,50 | | 13,22 | |
| Sortie du filtre à tambour – trop plein | I | 19,10 | | 11,75 | |
| Récupération par le filtre à tambour | Calcul (G – I) | 4,4 | 18,7 % | 1,47 | 11,1% |
| Sédimenteur circulaire | | | | | |
| Entrée du swirl | D | 1,56 | | 0,91 | |
| Sortie swirl – trop plein | F | 1,17 | | 1,17 | |
| Récupération par le swirl | Calcul (D – F) | 0,39 | 25 % | -0,26 | 0 % |
| Bassins Cornell | | | | | |
| Entrée des bassins + production poisson | A | 20,59 | | 14,16 | |
| Sortie – trop plein bassins | B | 14,39 | 69,9 % (B÷A) | 8,4 | 59,3 % (B÷A) |
| Sortie – drains de fond bassin | D | 1,56 | 7,6 % (D÷A) | 0,91 | 6,4 % (B÷A) |
| Balance | Calcul (A–B–D) | + 4,64 | 22,5 % | + 4,85 | 34,3 % |

L'analyse du tableau 5 permet de voir que :

- cette façon de calculer donne comme résultat une plus faible efficacité de traitement du filtre à tambour et une plus grande efficacité pour le sédimenteur circulaire (en comparaison avec le tableau 4). La variabilité dans les échantillonnages d'eau semble être à l'origine de ces différences;
- les bassins Cornell ont permis de récupérer seulement 7,6 % et 6,4 % des MES par le drain de fond. Ces faibles charges ont une influence directe sur l'efficacité de traitement du sédimenteur circulaire;
- le calcul du bilan des MES dans les bassins Cornell semble démontrer une accumulation de sédiments dans les bassins. Les mesures démontrent qu'il y a plus de MES qui entrent par rapport à ce qui sort des bassins, malgré la présence de poissons. Il est difficile de déterminer la raison de ce résultat. Cependant, l'apport de sédiment fin en provenance de l'eau neuve pourrait en être la cause. Comme illustré à la figure 1, les marées ont une influence sur l'apport en MES dans le système. Une majorité de ces particules pourraient être trop fine pour être récupérées par le filtre à tambour (mais supérieur à la limite de détection du laboratoire qui est de 0,5 µm), et pourraient alors s'accumuler dans le système. Lors des séances de mesure, l'eau était particulièrement trouble dans les bassins en raison de récentes pluies dans la région.

6. La récupération du phosphore

6.1 Résultats d'analyses en laboratoire – suivi 1

Les analyses de phosphore ont été faites en laboratoire sur des volumes de 250 ml et 500 ml pour respectivement le phosphore dissout (orthophosphates) et total (minéralisation au persulfate). La précision des résultats est de 0,03 mg/l pour les 2 types de phosphore. Le tableau 6 présente les concentrations de phosphores en

fonction des points de mesure pour le suivi 1 (Échantillonnage aux 2 heures de l'ensemble des systèmes de traitement).

Tableau 6 : Résultats des analyses des concentrations de phosphore – suivi 1

| Points de mesure | | Phosphore total | | Phosphore dissout | |
|---|---|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| | | Séquence 1 (mg/l) | Séquence 2 (mg/l) | Séquence 1 (mg/l) | Séquence 2 (mg/l) |
| Entrées des 4 bassins | A | 0,03 | 0,08 | 0,05 | < 0,03 |
| Trop plein de sortie des 4 bassins | B | 0,07 | 0,06 | 0,15 | < 0,03 |
| Entrée du sédimenteur circulaire ou de la sortie des drains de fond des bassins | D | 0,10 | 0,13 | 0,08 | 0,03 |
| Trop plein (sortie) du sédimenteur circulaire | F | < 0,03 | 0,15 | 0,05 | < 0,03 |
| Eaux de lavage du filtre à tambour | H | non mesuré | 6,9 | non mesuré | 1,7 |
| Sortie de la pisciculture – fossé extérieur | K | non mesuré | 0,18 | non mesuré | 0,08 |

L'analyse du tableau 6 permet de voir que :

- Les mesures du phosphore ont varié d'une journée à l'autre. Il est par conséquent difficile de déterminer si ces variations sont réelles ou proviennent de la précision de la méthode d'échantillonnage.

6.2 Bilan sommaire du phosphore – suivi #1

Le tableau 7 présente le calcul du bilan général sur les charges de phosphore en multipliant les concentrations par le débit journalier mesuré à la séquence 2. Le bilan général ne considère que les mesures de phosphore aux points d'entrée et de sortie de la pisciculture.

Tableau 7 : Bilan général des charges en phosphore – séquence 2 seulement

| Points de mesure | | Séquence 2 | | | |
|--|------------|----------------------------------|---|------------------------------------|---|
| | | Charge phosphore total (kg/jour) | Efficacité récupération (charge/somme intrants) | Charge phosphore dissout (kg/jour) | Efficacité récupération (charge/somme intrants) |
| Production via alimentation | | + 0,058 ¹ | | + 0,0175 ⁴ | |
| Eau neuve – après système de filtration primaire | J | + 0 ² | | + 0 ² | |
| Somme des intrants | | 0,058 | | 0,0175 | |
| Boues (sortie du sédimenteur circulaire) | Calcul D-F | - 0 ³ | 0 % | - 0,0039 | 22,2 % |
| Eaux de lavage du filtre à tambour | H | - 0,007 | 12 % | - 0,0018 | 10,3 % |
| Sortie de la pisciculture – fossé extérieur | K | - 0,026 | 44,8 % (perte à la sortie de la station) | - 0,0114 | 65,1 % (perte à la sortie de la station) |
| Somme des extrants | | 0,033 | | 0,0171 | |
| Balance | | + 0,026 | | + 0,0004 | |

¹ Calculé selon que les aliments ont 1% de phosphore et que les poissons ont 0,4% de leur poids vif en phosphore. Pour les calculs, hypothèse d'un taux de conversion de 1,2

² Non mesuré

³ Selon les mesures, la charge serait négative. Pour les calculs, une valeur nulle a été considérée

⁴ Hypothèse que 30% de la charge de phosphore total produite par l'alimentation est sous forme dissoute

L'analyse du tableau 7 permet de voir que :

- les efficacités de récupération du phosphore par le sédimenteur circulaire et le filtre à tambour sont faibles. Est-ce que la précision des analyses de laboratoire et de la méthode d'échantillonnage pourraient en être la cause?;
- Il résulte toutefois que le système à retenu 55,2 % du phosphore total contre 34,9 % du phosphore dissout. L'accumulation des MES dans le système semble permettre une accumulation du phosphore total, suivi d'une libération du phosphore dissout dans le temps;
- à titre comparatif, il est possible de calculer l'efficacité des systèmes de traitement en calculant à l'aide des charges aux entrées et sorties des équipements (calculs avec les concentrations du tableau 6). Voir le tableau 8 suivant :

Tableau 8 : Efficacité de traitement des équipements en fonction des concentrations de phosphore mesurées aux entrées et sorties

| Points de mesure | | Séquence 1 | | Séquence 2 | |
|---|----------------|--|--|--|--|
| | | Charge de phosphore total en kg/jour (% eff. récupération) | Charge de phosphore dissout en kg/jour (% eff. récupération) | Charge de phosphore total en kg/jour (% eff. récupération) | Charge de phosphore dissout en kg/jour (% eff. récupération) |
| Sédimenteur circulaire | | | | | |
| Entrée du swirl | D | 0,013 | 0,0104 | 0,017 | 0,0039 |
| Sortie swirl – trop plein | F | -- | 0,0065 | 0,02 | -- |
| Récupération par le swirl | Calcul (D–F) | 0,013 (100%) | 0,0039 (37,5%) | -0,003 (0%) | 0,0039 (100%) |
| Bassins Cornell | | | | | |
| Entrée des bassins + production poisson | A | 0,092 | 0,082 | 0,164 | 0,018 |
| Sortie – trop plein bassins | B | 0,084 (91%) | 0,18 (219%) | 0,072 (44%) | -- (0 %) |
| Sortie – drains de fond bassin | D | 0,013 (14,1%) | 0,010 (13%) | 0,017 (10%) | 0,004 (22%) |
| Balance | Calcul (A–B–D) | - 0,005 | -0,108 | + 0,075 | +0,014 |

L'analyse du tableau 8 permet de voir que :

- l'efficacité du sédimenteur circulaire varie d'une journée à l'autre. Il est par conséquent difficile d'analyser les résultats;
- le phosphore récupéré par les drains de fond des bassins est plus faible que celui récupéré par les trop plein de bassins. Ces résultats sont similaires à la récupération des MES par ses mêmes drains de fond.

6.3 Résultats d'analyses en laboratoire – suivi #2

Les analyses de phosphore ont été faites en laboratoire sur des volumes de 250 ml et 500 ml pour le phosphore dissout (orthophosphates) et total (minéralisation au persulfate). La précision des résultats est de 0,03 mg/l pour les 2 types de

phosphore. Le tableau 9 présente les concentrations de phosphores en fonction de l'entrée ou la sortie du sédimenteur circulaire pour le suivi 2 (prélèvement aux 4 heures d'échantillons d'eau).

Tableau 9 : Résultats des analyses des concentrations de phosphore – suivi #2

| Date et heure de prélèvement | Entrée swirl (ensemble des drains de fond) (point D) | | | Sortie sédimenteur circulaire (point F) | | |
|------------------------------|--|------------------|-------------------|---|------------------|-------------------|
| | P total (mg/l) | P dissout (mg/l) | % Pdissout/Ptotal | P total (mg/l) | P dissout (mg/l) | % Pdissout/Ptotal |
| 17-10-05 16:15 | 0,13 | 0,10 | 77% | 0,13 | 0,09 | 69% |
| 17-10-05 20:15 | 0,10 | 0,08 | 80% | 0,11 | 0,06 | 55% |
| 18-10-05 0:15 | 0,16 | 0,08 | 50% | 0,16 | 0,08 | 50% |
| 18-10-05 4:15 | 0,14 | 0,07 | 50% | 0,2 | 0,06 | 30% |
| 18-10-05 8:15 | 0,09 | 0,04 | 44% | 0,08 | 0,07 | 88% |
| 18-10-05 12:15 | 0,18 | 0,05 | 28% | 0,12 | 0,11 | 92% |
| 18-10-05 16:15 | 0,11 | < 0,03 | -- | 0,14 | 0,04 | 29% |
| 18-10-05 20:15 | 0,19 | < 0,03 | -- | 0,16 | < 0,03 | -- |
| 19-10-05 0:15 | 0,18 | 0,04 | 22% | 0,12 | 0,03 | 25% |
| 19-10-05 4:15 | 0,16 | 0,05 | 31% | 0,14 | 0,05 | 36% |
| 19-10-05 8:15 | 0,14 | 0,05 | 36% | 0,16 | 0,04 | 25% |
| 19-10-05 12:15 | 0,16 | 0,04 | 25% | 0,18 | < 0,03 | -- |

6.4 Bilan sommaire du phosphore – suivi #2

La figure 2 (annexe 4) compare les résultats du tableau 9. L'analyse de la figure 2 permet de voir que :

- les concentrations à la sortie suivent la tendance des concentrations mesurées à l'entrée du séparateur. Cependant, les concentrations à la sortie se retrouvent quelques fois supérieures à celle de l'entrée;
- lors des 2 séquences de mesure, le phosphore total a augmenté durant que le phosphore dissout a diminué. Une analyse sur quelques jours supplémentaire aurait permis de confirmer d'avantage cette tendance.

7. Remarques / Conclusion

À la suite de la séance de mesure de l'efficacité du système de traitement des eaux de la Pisciculture Côte-Nord inc, du 17 au 19 octobre 2005, les principales remarques ou conclusions sont :

- Les débits des circuits hydriques de l'ensemble des bassins et des unités de traitement ont été similaires aux mesures effectuées en 2004;
- Seul le débit des eaux de lavage du filtre à tambour a diminué de façon significative, passant de 0,19 % à 0,072 % du débit total d'eau passant par le filtre. Cette diminution a permis de doubler la concentration de MES dans ces eaux de lavage. Toutefois, la durée du temps de lavage pourrait être légèrement augmentée pour s'assurer de récupérer la majorité des MES;

- L'eau nouvelle, les conditions météorologiques et l'amplitude des marées ont une influence marquée sur l'apport en MES dans la station. Selon les mesures, il se pourrait que les sédiments entrant via l'eau neuve aient été trop fins pour être interceptés par les systèmes de filtration, mais s'accumuleraient dans les bassins. Cette condition pourrait avoir été particulière en fonction de la météo et ne pas représenter les conditions réelles de fonctionnement de la pisciculture. Les eaux des bassins étaient justement très troubles lors des séances de mesure. Est-ce une mauvaise coïncidence?;
- Malgré tout et selon les mesures effectuées, l'efficacité du sédimenteur circulaire a été très faible (<10 % de récupération des MES). Est-ce l'hypothèse des particules trop fines? Cependant, les drains de fond semblent démontrer de faibles efficacités à récupérer les MES (<10 % des MES sortant des bassins). Une mauvaise récupération des MES par les drains de fond résulte directement en une baisse d'efficacité du sédimenteur circulaire. Il serait bon de vérifier le mouvement de l'eau dans les bassins et de vérifier la position des entrées et sorties d'eau. Par exemple, l'entrée d'eau pourrait se faire par un tuyau vertical qui plonge jusqu'au fond du bassin. Une série de trou positionné adéquatement sur ce tuyau permettrait de créer un mouvement circulaire de l'eau dans le bassin. Le tuyau apportant l'eau suroxygénée pourrait être inséré dans ce tuyau vertical et permettrait d'induire une vitesse supplémentaire à la rotation de l'eau dans le bassin. Le tuyau de l'eau suroxygénée peut avoir comme conséquence une remise en suspension des particules si le jet d'eau est mal orienté. Lors des séances, les eaux étaient trop troubles pour observer le mouvement des particules dans l'eau;
- Le filtre à tambour a permis de récupérer entre 30 et 37 % des MES. Il se peut que l'hypothèse des fines particules ait fait diminuer l'efficacité de récupération de ce dernier. Tel que discuté précédemment, un ajustement (augmentation) du temps de lavage de même que l'installation d'une ou des palettes à l'intérieur du filtre pourrait être envisagés dans le but de faciliter le transport des plus grosses particules vers la goulotte des eaux de lavage;
- Pour le phosphore, les résultats des analyses démontrent beaucoup de variation dans les mesures. Il est par conséquent difficile de déterminer si ces variations sont l'effet de conditions réelles ou de la précision des méthodes d'échantillonnages et d'analyses;
- Le filtre à tambour a permis de récupérer dans les eaux de lavage entre 10 et 12 % du phosphore;
- Malgré tout, il semble que le phosphore total a tendance, comme les MES, à s'accumuler dans le système tandis que le phosphore dissout semble sortir de la station avec le temps. Effectivement, avec le temps, le phosphore total se dissout et devient soluble dans l'eau;
- Tout comme pour les MES, les drains de fond des bassins Cornell n'ont pas été très efficaces à récupérer le phosphore (10 à 20 %). Cette faible récupération, et peut-être les méthodes d'analyse, résultent en une efficacité très variable du sédimenteur circulaire à récupérer le phosphore (0 à 100 %).

Une baisse de l'efficacité des équipements de traitement a été observée entre 2004 et 2005. Les conditions météo de la saison pourraient expliquer une partie de cette baisse. Cependant, il serait bon de revoir le mouvement de l'eau dans les bassins afin de

s'assurer le bon fonctionnement des drains de fond. Le filtre à tambour pourrait aussi faire l'objet d'amélioration. Finalement, l'évaluation, bien que difficile, de l'efficacité du bassin de boue aurait peut-être permis d'apporter quelques précisions de plus.

Dominic Marcotte, ingénieur
Sébastien Dupuis, technicien aquacole
MAPAQ, Québec

MAPAQ, Sept-Îles

Le 11 novembre 2005

Annexe 1 : Tableau 1 – registre d'élevage

Annexe 2 : Diagramme d'écoulement de la station piscicole

Annexe 3 : Figure 1 : Pourcentage du temps de fonctionnement du cycle de lavage (temps de marche divisé par le temps d'arrêt) du filtre à tambour de la pisciculture Côte-Nord inc. du 17 au 19 octobre 2005

Annexe 4 : Figure 2 : Concentration dans le temps du Phosphore total et dissout à l'entrée et sortie (trop plein) du swirl, mesures du 18 et 19 octobre 2005. Pisciculture Côte-Nord inc.

Élevage :

1- Espèce (s) de poisson : Omble chevalier (bassins 1 et 2)
et omble de fontaine (bassins 3 et 4)

2- Inventaire de poisson : 2077 kg
3250 nombre

3- Volume de contention : 40 m³ (utilisé par le producteur dans ces calculs)
Nombre de bassin utilisé : 4
Volume par bassin : 10 m³
Diamètre d'un bassin : 4 m
Épaisseur d'eau : 1,04 m

4- Densité de poisson :

| | | |
|------------|-----------|-------------------|
| Bassin 1 = | <u>53</u> | kg/m ³ |
| Bassin 2 = | <u>52</u> | kg/m ³ |
| Bassin 3 = | <u>50</u> | kg/m ³ |
| Bassin 4 = | <u>53</u> | kg/m ³ |

Calcul avec
données pisc.

530

520

500

530

2080

kg de poisson

Alimentation :

| 5- Quantité d'aliment : | <i>Jour 1</i> | | <i>Jour 2</i> | | |
|-------------------------|------------------|-----------------|------------------|-----------------|----|
| | <i>Flottante</i> | <i>callante</i> | <i>Flottante</i> | <i>callante</i> | |
| Bassin 1 = | <u>0,97</u> | <u>1,37</u> | <u>0,75</u> | <u>1,63</u> | kg |
| Bassin 2 = | <u>1,01</u> | <u>1,44</u> | <u>0,89</u> | <u>1,59</u> | kg |
| Bassin 3 = | <u>1,59</u> | <u>0,00</u> | <u>1,89</u> | <u>0,00</u> | kg |
| Bassin 4 = | <u>1,49</u> | <u>0,00</u> | <u>2,02</u> | <u>0,00</u> | kg |
| Somme partielle : | <u>5,06</u> | <u>2,81</u> | <u>5,55</u> | <u>3,22</u> | kg |
| Somme totale | <u>7,87</u> | | <u>8,77</u> | | kg |

6- Type aliment :

Marque : Corey numéro 5 VigorType : Bassin 1 = Flottante et callantBassin 2 = Flottante et callantBassin 3 = FlottanteBassin 4 = Flottante% de phosphore : 1%7- Période d'alimentation : JourHeure début : 8 heureHeure de fin : 20 heure

8- Taux de conversion :

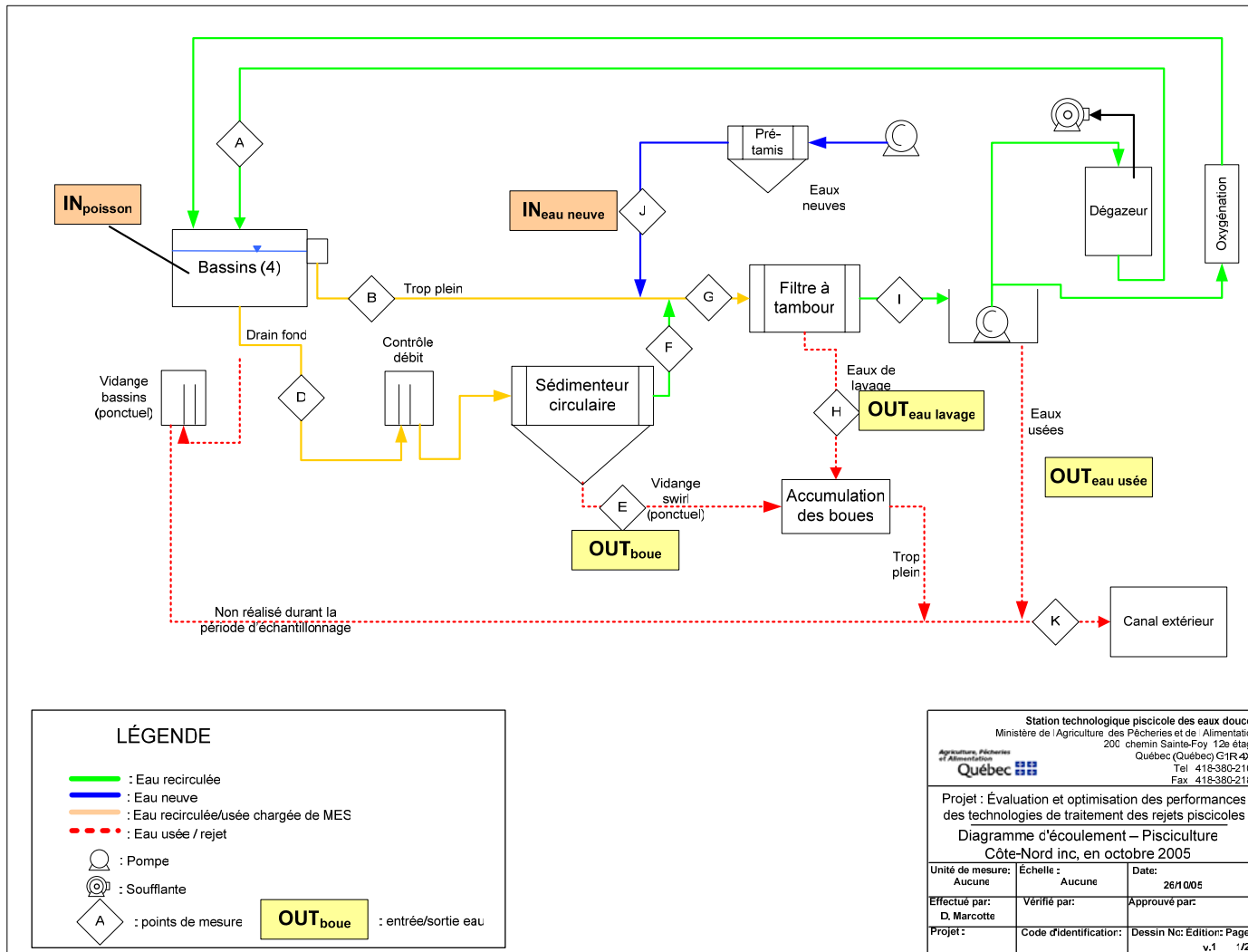
Connu =

Calculé =

Commentaires :

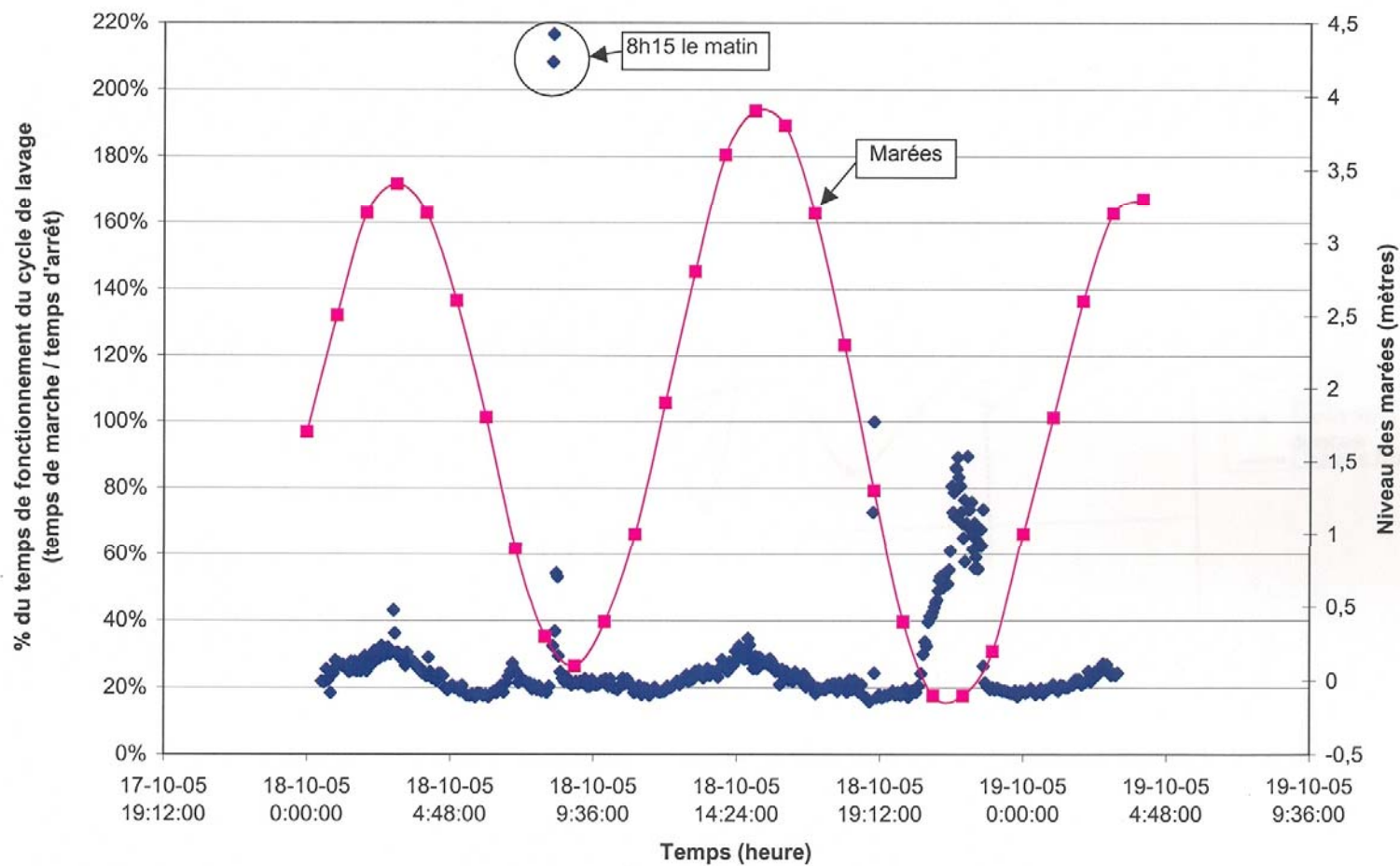
Réalisé par : D. Marcotte et S. Dupuis

Annexe 2



Annexe 3

Pourcentage du temps de fonctionnement du cycle de lavage (temps de marche divisé par le temps d'arrêt) du filtre à tambour de la pisciculture #6. 17 au 19 octobre 2005.



Annexe 4

Concentration dans le temps du Phosphore total et dissous à l'entrée et sortie (trop plein) du swirl, mesures du 18 et 19 octobre 2005. Pisciculture #6.

