

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

# Rapport de recherche-développement

**N° 172**

Analyse systémique de la chaîne  
d'opérations postrécolte de la moule  
bleue de la Gaspésie : incidence potentielle  
sur la qualité du produit sur les marchés

Francis Coulombe  
Michel Tremblay  
Jean Paradis  
Alain Samuel  
Noëlla Coulombe

**Analyse systémique de  
la chaîne d'opérations  
postrécolte de la moule  
bleue de la Gaspésie :  
incidence potentielle sur  
la qualité du produit sur  
les marchés**

Rapport de recherche-  
développement n° 172

Francis Coulombe  
Michel Tremblay  
Jean Paradis  
Alain Samuel  
Noëlla Coulombe

Ce projet, réalisé par le Centre technologique des produits aquatiques, a été rendu possible grâce à la participation financière du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation ainsi que la Société de développement de l'industrie maricole inc.

#### **Réalisation**

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

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

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

ISBN (version imprimée) : 978-2-550-55028-0  
ISBN (version PDF) : 978-2-550-55029-7

Dépôt légal – Bibliothèque et archives nationales du Québec, 2009

Analyse systémique de la chaîne d'opérations postrécolte  
de la moule bleue de la Gaspésie : incidence potentielle sur la  
qualité du produit sur les marchés

*Francis Coulombe<sup>1</sup>, Michel Tremblay<sup>1</sup>, Jean Paradis<sup>1</sup>,  
Alain Samuel<sup>1</sup>, Noëlla Coulombe<sup>1</sup>*

1. Centre technologique des produits aquatiques, MAPAQ, Gaspé

**On doit citer ce document comme suit :** Coulombe, F., M. Tremblay, J. Paradis, A. Samuel, N. Coulombe. 2008. Analyse systémique de la chaîne d'opérations postrécolte de la moule bleue de la Gaspésie : Incidence potentielle sur la qualité du produit sur les marchés. Rapport de R-D n° 172. 28 pages.

**Résumé**

De mai 2005 à juillet 2006, plusieurs observations ont été réalisées sur les opérations postrécolte des moules d'élevage de la Gaspésie. On voulait alors évaluer les pratiques de manutention de la récolte à la transformation et à la commercialisation sur les marchés de gros et de détail. Des problèmes de qualité spécifiques aux moules de la Gaspésie avaient été soulevés depuis l'ouverture du centre de traitement de l'entreprise Les Pêcheries de Rivière-au-Renard inc., à l'automne 2003. Le suivi en continu de la température au moyen d'enregistreurs, placés à l'intérieur des divers contenants de moules utilisés au fil des opérations, a été l'un des moyens privilégiés pour identifier les variations thermiques potentielles. En parallèle, à des points jugés critiques, des données ont été enregistrées sur les taux de bâillement des moules des couches supérieures des contenants, puisque ces moules sont les premières visibles à ceux qui les manipulent lors des diverses étapes de la mise en marché. De même, les signes de ponte, les odeurs nauséabondes ou encore l'incidence des coquilles brisées ont été notés alors que tous ces critères sont d'une importance primordiale aux yeux des acheteurs ou des consommateurs.

Aussi souvent qu'il a été possible de le faire, les moules de la Gaspésie ont été comparées avec celles des compétiteurs sur les marchés, notamment celles provenant de l'Île-du-Prince-Édouard et de Terre-Neuve. L'observation la plus significative est que la proportion de moules de la Gaspésie qui bâillent chez les grossistes est plus élevée que celle observée pour les moules des Maritimes. Ce rapport a même atteint 6 à 7 : 1 en décembre 2005. Par contre, le taux de bâillement est très faible au moment de la transformation lorsque les moules sont glacées et emballées.

Les températures observées à bord des embarcations ont montré que les moules, surtout celles de la baie de Cascaédia, sont régulièrement exposées à des températures trop élevées pour des périodes assez longues. Cette situation peut

expliquer, en bonne partie, pourquoi les moules récupèrent mal même si les traitements ultérieurs sont adéquats. Il est donc impératif de doter la zone de débarquement de Carleton-sur-mer d'un équipement performant de fabrication de glace de qualité afin que ce facteur ne soit plus limitant. Les moules doivent le plus rapidement et le plus régulièrement possible être conservées à une température inférieure à 4 °C.

Par ailleurs, il est à noter que l'usine de Rivière-au-Renard n'a pratiqué l'entreposage humide des moules qu'une seule fois lorsque nous menions cette étude même si toutes les installations sont disponibles. Il n'est pas clair si cette étape est susceptible d'améliorer la condition des moules qui auraient subi des abus thermiques antérieurement. Une fois que de bonnes pratiques de maintien de la chaîne de froid seront adoptées, il faudra étudier l'option de doter l'usine de Rivière-au-Renard d'un système d'hydrocooling des moules afin de leur assurer une durée de conservation et une apparence optimales sur les marchés. Enfin, les signes de ponte, les odeurs nauséabondes ou encore les bris de coquilles excessifs n'ont pas été observés tout au long des 15 mois de la présente étude. Une trentaine de recommandations pratiques ont été transmises à l'industrie, basées en grande partie sur les résultats de cette étude.

Mots-clés : Moule bleue d'élevage, postrécolte, procédés, température, bâillement

Keywords : Cultured blue mussel, post-harvest, processes, temperature, gaping

## Abstract

From May 2005 to July 2006, a number of observations were made regarding the post-harvest operations used for farmed Gaspé Peninsula mussels, the goal being to assess handling practices along the production chain from harvest to processing to wholesale and retail marketing. Quality problems specific to Gaspé Peninsula mussels had been encountered from the time the Les Pêcheries de Rivière-au-Renard inc. processing centre opened in fall 2003. On-going temperature monitoring by means of mini-recorders positioned inside the various mussel containers used throughout the operations was one of the ways potential thermal variations were examined. At the same time, at critical control points, data on mussel gaping in the upper layers of the containers were recorded since these mussels are the first that can be seen by the people handling the mussels during the various marketing stages. Similarly, any signs of spawning, foul odours and the incidence of shell breakage were recorded since these criteria are of the utmost importance in the eyes of buyers and consumers.

Whenever possible, Gaspé Peninsula mussels were compared to their competitors, particularly mussels from Prince Edward Island and Newfoundland. The most significant observation is that the proportion of Gaspé Peninsula mussels that gape once they've reached wholesalers is clearly higher than in mussels from the Maritimes. This ratio even reached 6 to 7:1 in December 2005. In contrast, the gaping rate is very low during processing when the mussels are iced and packaged.

Temperature data gathered aboard the harvesting vessels shows that the mussels, especially those from Chaleur Bay, are regularly exposed to temperatures that are too high for fairly long periods. This situation may largely explain why the mussels recover poorly, even if later processing is adequate.

Consequently, highly functional equipment to produce quality ice needs to be installed at the landing area in Carleton-sur-mer if we are to keep temperature from being a limiting factor in the future. Mussels must be stored at temperatures below 4°C as quickly and as often as possible.

Furthermore, during the study, mussels were rarely kept in wet storage at the Rivière-au-Renard plant, although the plant does have all the facilities needed to do so. It is not clear whether moving the mussels through these storage tanks could have helped restore, at least in part, the health of the mussels that had suffered temperature abuse earlier. Once good handling practices for maintaining cooling chain have been adopted, we will have to study the option of equipping the Rivière-au-Renard plant with a mussel hydro-cooling system to ensure optimal conservation and appearance when the product reaches the market. Finally, signs of spawning, foul odours and excessive shell breakage were not observed during the 15 months of this study. Some thirty practical recommendations, largely based on this study, were sent to the industry.

## Table des matières

1. Introduction.....	1
2. Méthodologie.....	2
2.1 Sites d'étude.....	2
2.2 Cheminement du produit et variables échantillonnées.....	3
2.3 Température.....	3
2.4 Bâillement des moules.....	5
2.5 Bris de moules, traces de ponte et odeurs nauséabondes.....	6
2.6 Perte de poids des sacs.....	6
2.7 Durée des opérations en mer, à l'usine et aux marchés.....	6
2.8 Présence ou absence de glace et qualité du glaçage.....	6
2.9 Traitement de données.....	6
3. Résultats.....	7
3.1 Analyse de l'efficacité des opérations de récolte.....	7
3.2 Glaçage des moules à bord.....	8
3.3 Les conditions environnementales aux sites d'élevage.....	8
3.4 Conditions de température à la manutention et à l'entreposage après la récolte.....	11
3.4.1 -2 et 3 juin 2005.....	11
3.4.2 -15 septembre 2005.....	11
3.4.3 -3 octobre 2005.....	12
3.4.4 -24 au 26 octobre 2005.....	12
3.4.5 -1 <sup>er</sup> au 5 décembre 2005.....	14
3.4.6 -12 au 14 juin 2006.....	15
3.4.7 -26 au 29 juillet 2006.....	16
3.5 Suivis de la température à cœur des moules.....	17
3.5.1 En mer.....	17
3.5.2 À l'usine, avant la transformation.....	17
3.5.3 À l'usine, après la transformation.....	18
3.5.4 Entreposage chez le grossiste.....	18
3.6 Bâillement des moules.....	18
3.7 Perte de poids dans les sacs.....	20
3.8 Bris de moules, traces de ponte et odeurs nauséabondes.....	20
4. Discussion.....	20
4.1 Conditions environnementales sur les sites d'élevage.....	20
4.2 Efficacité des opérations de post-récolte en mer.....	21
4.3 La chaîne de froid en mer : impacts.....	21
4.4 La chaîne de froid pendant le transport à l'usine : impacts.....	22
4.5 La chaîne de froid durant l'entreposage à sec à l'usine : impacts.....	22
4.6 L'étape de transformation : impacts sur le produit.....	22
4.7 Transport routier vers les grossistes-distributeurs.....	23
5. Conclusion.....	23
6. Recommandations.....	24
7. Bibliographie.....	25
Annexe 1.....	27

## Liste des tableaux

Tableau 1. Liste des grossistes et des distributeurs de moules visités en 2005-2006 .....	3
Tableau 2. Liste des variables et sites d'échantillonnages lors de la chaîne d'opérations de la récolte jusqu'aux marchés.....	3
Tableau 3. Échantillonnage de la température à cœur des moules : résumé des données acquises.....	3
Tableau 4. Évaluation de la fluidité de l'opération de récolte des moules par le taux d'opération d'une dégrappeuse-trieuse à bord des embarcations mytilicoles .....	7
Tableau 5. Variations dans les durées de remplissage des contenants de moules (bacs isothermes ou sacs de 1 000 L=900 livres) à bord des embarcations mytilicoles .....	7
Tableau 6. Description sommaire des pratiques de glaçage des entreprises mytilicoles de la Gaspésie .....	8
Tableau 7. Conditions environnementales observées sur les divers sites d'élevage visités dans la baie des Chaleurs et la baie de Gaspé en 2005 et en 2006 .....	9

## Liste des figures

Figure 1. Production mytilicole en Gaspésie, de 1996 à 2005.....	1
Figure 2. Localisation des sites d'échantillonnage des indices de qualité des moules produites en Gaspésie.....	2
Figure 3 a. Bacs isothermes au transbordement avec cordes de repérage pour le suivi des moules durant les procédures de la récolte jusqu'à la transformation le 2 juin 2005.....	5
Figure 3 b. Insertion d'un thermographe en subsurface d'un bac isotherme à bord d'une embarcation mytilicole le 15 septembre 2005 .....	5
Figure 4. Exemple de l'anneau d'échantillonnage placé à la surface d'un sac de 25 livres à l'usine de Pêcheries Rivière-au-Renard le 25 octobre 2005.....	6
Figure 5. Évolution de la température moyenne dans les divers contenant entre la récolte dans la baie de Cascapédia et la fin de l'entreposage à sec à l'usine de Rivière-au-Renard les 2 et 3 juin 2005.....	11
Figure 6. Évolution de la température moyenne dans les divers contenant entre la récolte dans la baie de Gaspé et la fin de l'entreposage à sec à l'usine de Rivière-au-Renard les 15 et 16 septembre 2005.....	12
Figure 7. Évolution de la température moyenne dans les divers contenant entre la récolte dans la baie de Cascapédia et la fin de l'entreposage à sec à l'usine de Rivière-au-Renard les 3 et 4 octobre 2005 .....	13
Figure 8. Évolution de la température moyenne dans les divers contenants entre la récolte dans la baie de Cascapédia et l'entrepôt du grossiste à Rimouski du 24 au 26 octobre 2005 .....	13
Figure 9. Évolution de la température moyenne dans les divers contenants entre la récolte dans la baie de Cascapédia et les entrepôts des grossistes à Montréal du 1 <sup>er</sup> au 5 décembre 2005 .....	14
Figure 10. Évolution de la température moyenne dans les divers contenants entre la récolte dans la baie de Cascapédia et les entrepôts des grossistes à Montréal du 12 au 14 juin 2006.....	15
Figure 11. Évolution de la température moyenne dans les divers contenants entre la récolte dans la baie de Cascapédia et les entrepôts des grossistes à Rimouski du 26 au 29 juillet 2006.....	16
Figure 12. Évolution saisonnière de la température à cœur des moules après dégrappage en mer.....	17
Figure 13. Évolution saisonnière de la température à cœur moyenne des moules après transformation sur le tapis d'inspection .....	18
Figure 14. Température à cœur des moules mesurées chez les grossistes entre le 24 octobre 2005 et le 28 juillet 2006 .....	19
Figure 15. Comparaison du nombre standardisé de moules baillantes par saison et par étape du processus de mise en marché.....	19
Figure 16. Estimation de la perte de poids des sacs entre leur préparation à l'usine et l'échantillonnage chez les grossistes .....	20
Figure 17. Température à cœur moyenne des moules entreposées à sec selon leur position verticale.....	23

# Analyse systémique de la chaîne d'opérations post-récolte de la moule bleue de la Gaspésie : incidence potentielle sur la qualité du produit sur les marchés

## 1. Introduction

L'industrie mytilicole gaspésienne, relancée par un plan stratégique de développement en 1996, est encore en phase de développement et est caractérisée par des débarquements inconstants comme ce fut le cas pour les autres régions productrices de l'Atlantique à leurs débuts (Cyr Couturier, comm. pers.). Après avoir atteint un sommet de quelque 320 t en 2001, ce total étant basé sur des moules qui transitaient alors par les provinces maritimes, la production a chuté sous les 150 t entre 2002 et 2004. À la suite de l'implantation à l'automne 2003 d'un centre de traitement de la moule à même les installations de l'entreprise Les Pêcheries Rivière-au-Renard inc., les ventes ont connu une nouvelle hausse en 2005 pour dépasser à nouveau les 325 t, notamment en raison d'une phase de récolte sous glace. En 2006, les résultats préliminaires montrent une nouvelle baisse de production (figure 1).

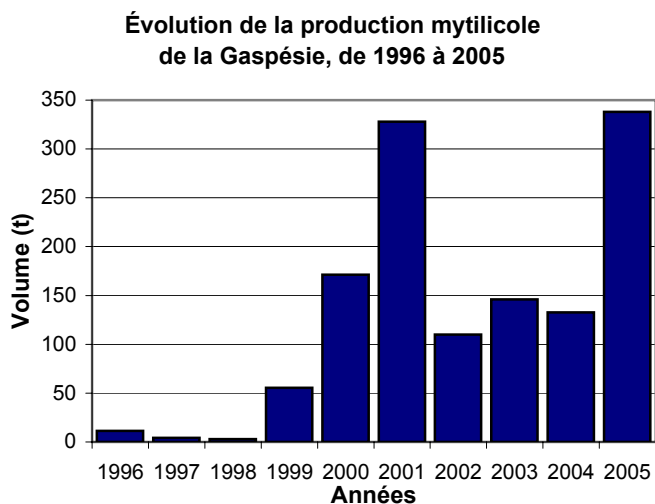


Figure 1. Production mytilicole en Gaspésie, de 1996 à 2005

Le centre de traitement de Rivière-au-Renard a permis de contourner un problème majeur vécu par les entreprises de production : la réduction de leur dépendance face aux entreprises hors Québec pour la mise en marché du produit. Il a facilité la commercialisation des moules récoltées en eaux libres dans la baie de Gaspé par le biais de l'implantation d'une unité commerciale de dépuración des moules en bassins. De même, il a permis de démontrer la faisabilité de la récolte sous glace dans cette même baie, étape fondamentale au plan stratégique de développement de la mytiliculture gaspésienne.

Celle-ci permet d'allonger significativement la saison de récolte, avantage indéniable pour fidéliser le consommateur (Janody, 2002).

En outre, la connaissance des caractéristiques du produit gaspésien est à perfectionner puisque, par le passé, des lots de moules commercialisées ont été retournés par certains acheteurs en raison de leur apparence, notamment pour la propension des moules de la Gaspésie à bâiller plus fortement que celles de l'Île-du-Prince-Édouard, produit de référence pour les acheteurs. Des traces de ponte printanière, observée dans les sacs, sont également venues ternir la réputation du produit. Celle-ci était déjà partiellement affectée par l'obligation d'une dépuración touchant les moules de la baie de Gaspé, technologie nouvelle au Canada et encore peu comprise par les acheteurs d'ici, qui n'en voient pas les avantages en terme d'innocuité et de marketing comme c'est le cas en Europe, d'où la technique de dépuración en vrac a été importée et adaptée.

On comprend pourquoi la maîtrise des opérations est une étape fondamentale dans la gestion de toutes les procédures industrielles, de la mer à l'assiette. Aussi fait-elle l'objet d'une attention particulière dans d'autres industries mytilicoles hors du Québec.

Au Royaume-Uni, par exemple, un guide technologique décrit les installations requises pour la manutention des mollusques, incluant la moule bleue d'élevage, de la récolte jusqu'à la distribution sur les marchés de détail (SEAFISH, 1997). L'emphase est orientée sur le respect des exigences légales en matière d'innocuité du produit et de santé des consommateurs. La majeure partie des recommandations touchent le produit vivant sans oublier toutefois le produit cuit. Ce document se veut un guide des bonnes pratiques, mais n'est pas un document légal en soi.

Plus près de nous, la province de Terre-Neuve-et-Labrador a produit son propre guide portant sur l'assurance qualité pour l'industrie mytilicole terre-neuvienne (Struthers et Couturier, 2003). Son objectif était de fournir aux mytiliculteurs et aux transformateurs les données essentielles sur les sujets relatifs à la qualité et à l'innocuité de leurs moules d'élevage.

Au Québec, il n'existe, à proprement parler, qu'un seul guide sur la moule d'élevage (Myrand et Richard, 1987). Il est cependant exhaustif et plusieurs données sont encore actuelles, mais sa mise à jour serait profitable pour l'industrie mytilicole québécoise. Une section importante de ce document est consacrée à la biologie et à l'écologie de l'espèce. Elle est suivie de celle sur l'élevage de la moule à l'échelle mondiale; une autre section trace l'état de situation au Québec où les techniques d'élevage courantes et potentielles sont décrites avec précision. Un court

chapitre porte sur les aspects « qualité » et « mise en marché ». Dans ce dernier cas, rappelons que le gros des développements survenus à l'Île-du-Prince-Édouard étaient en devenir. Conséquemment, une revue des procédures et des systèmes de postrécolte en usage au Québec est souhaitable. Notons cependant que des documents ont été récemment édités dans le but de combler cette carence (Bélanger et Cauvier, 2007; Castro, 2005; Cauvier, 2006, <http://www.pechesmaritimes.org/industrie/>).

Depuis 2001, le Centre technologique des produits aquatiques (CTPA), en collaboration avec la Société de développement de l'industrie maricole (SODIM), le Centre aquacole marin de Grande-Rivière (CAMGR) et le Centre collégial de transfert de technologie des pêches (CCTTP) a initié différents projets qui ont mené à l'implantation d'un centre de traitement de la moule en 2003 (Deschamps *et al.*, 2003; Coulombe *et al.*, 2003, données non publiées). En 2004, d'autres initiatives ont été prises suite à des problèmes de qualité, en relation avec la reproduction (Tétreault, 2005) et la propension au bâillement (Coulombe *et al.*, 2005., données non publiées, Girault et Berger, 2005). Dans ces derniers cas, l'hypothèse de l'escamotage de la procédure de dégrappage et de triage à bord des embarcations mytilicoles a été abordée. Ces essais préliminaires se sont faits tant dans la baie de Cascadépédia que dans celle de Gaspé afin d'établir s'il était possible que l'origine géographique des moules ait une importance sur la qualité et la durée de conservation après la récolte. Enfin, des essais complémentaires ont permis d'estimer si une composante génétique pouvait être associée au bâillement, considérant que deux espèces de moules, *Mytilus edulis* et *Mytilus trossulus*, vivent dans les eaux de la côte gaspésienne. Tel qu'attendu, ces projets ont permis de mettre en lumière l'interaction entre les procédés et ces diverses sources de variabilité sur la qualité finale du produit. Ils se sont toutefois concentrés sur les étapes de la récolte jusqu'à la transformation sans examiner le produit rendu sur les marchés.

Ce projet vise à identifier et à décrire les opérations de traitement de la moule, notamment celles qui sont susceptibles d'altérer la qualité du produit vivant tout au long de la filière de mise en marché, plus précisément après l'étape de postrécolte jusque sur les marchés de gros et de détail. Il complétera ainsi les observations entreprises en 2004. Une attention particulière sera accordée aux liens entre les opérations et les critères de qualité de la moule (bâillement, propension à la ponte, odeurs indésirables, bris de la coquille). Les éléments ainsi acquis pourront constituer les bases de l'élaboration d'un guide de bonnes pratiques industrielles de la récolte jusqu'à la mise en marché chez les détaillants.

Le but est de recommander aux partenaires de l'industrie des moyens pour optimiser les processus et pour améliorer le rendement des opérations tout en obtenant un produit de première qualité. Ces changements doivent se faire dans l'optique du contrôle des coûts d'opération afin que le produit soit compétitif au point que l'industrie mytilicole gaspésienne puisse accroître les volumes de production. L'industrie pourrait alors être en mesure de remplacer une partie des approvisionnements des Maritimes sur les marchés et occuper une place de plus en plus significative sur ceux de la moule fraîche de Montréal et de l'Est-du-Québec.

## 2. Méthodologie

### 2.1 Sites d'étude

L'échantillonnage s'est déroulé en mer, par des observateurs à bord des embarcations des mytiliculteurs des deux zones de production : la baie de Cascadépédia et la baie de Gaspé (figure 2).

Par la suite, l'équipe technique accompagnait le produit de Carleton-sur-mer ou de Gaspé vers Rivière-au-Renard et la prise de données reprenait au moment de la transformation des moules, habituellement le lendemain.

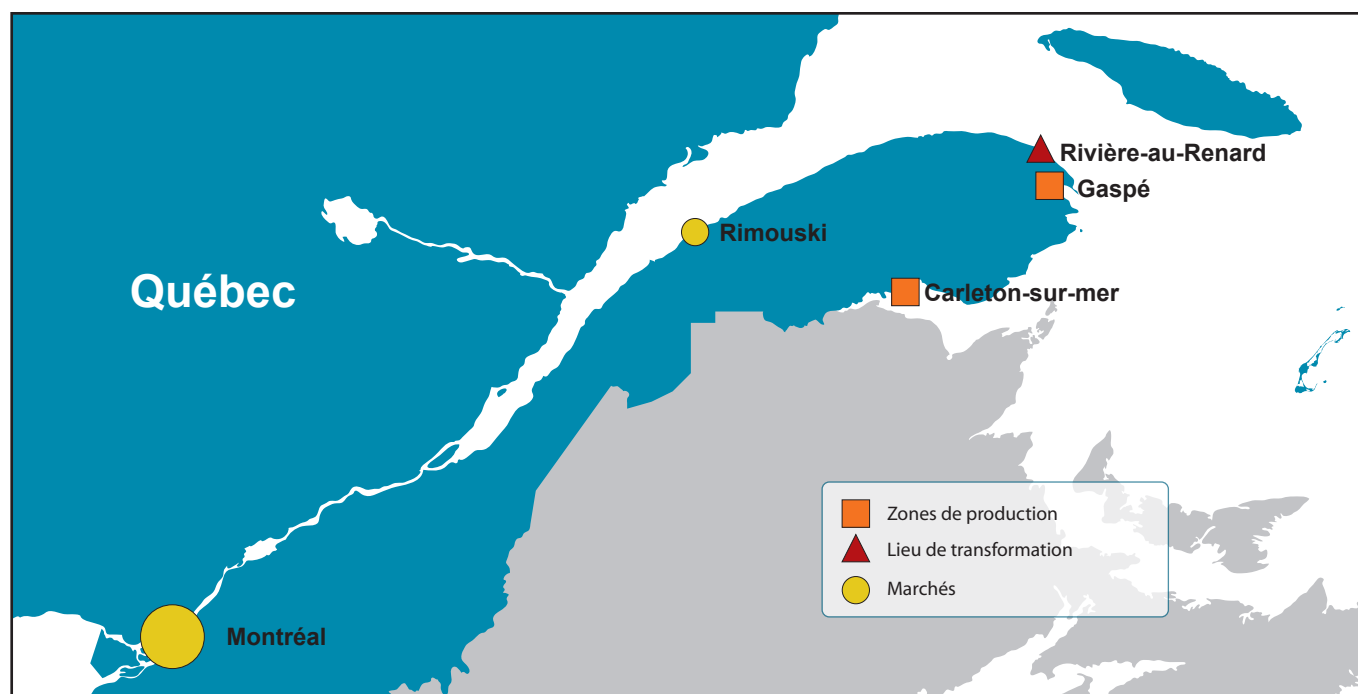


Figure 2. Localisation des sites d'échantillonnage des indices de qualité des moules produites en Gaspésie.

Enfin, les moules transformées étaient accompagnées à Rimouski ou même jusqu'à Montréal, chez les grossistes et les distributeurs (figure 2 et tableau 1)

Tableau 1. Liste des grossistes et des distributeurs de moules visités en 2005-2006

Date	Lieu	Grossiste	Distributeur
2005/10/24	Rimouski	Distributions Arnaud inc.	
2005/02/12	Montréal	Pêcherie Norreff inc.	
2005/02/12	Montréal		Poissonnerie Somerled ltée
2006/06/13	Montréal	Pêcherie Norreff inc.	

## 2.2 Cheminement du produit et variables échantillonnées

Le cheminement du produit peut être subdivisé en huit étapes principales, illustrées dans le schéma de la page 4 :

1. La récolte en mer;
2. Le transbordement à quai;
3. Le transport depuis les zones de production : Carleton-sur-mer ou Gaspé vers l'usine de Rivière-au-Renard;
4. L'entreposage humide ou à sec;
5. La transformation;
6. L'entreposage à froid;
7. L'expédition et le transport vers les marchés;
8. L'entreposage chez les grossistes de Rimouski ou de Montréal.

Des données ont été accumulées sur un certain nombre de variables (tableau 2) afin de caractériser le produit en fonction de ces grandes opérations

Tableau 2. Liste des variables et sites d'échantillonnages lors de la chaîne d'opérations de la récolte jusqu'aux marchés<sup>1</sup>

Variabes	Site d'échantillonnage
Température	En mer : colonne d'eau 1, 5, 12 m; dans l'air ambiant
	À terre : tous les contenants de moules postrécolte (sacs et bacs isothermes); à cœur des moules
Bâillement des moules	En mer
	Usine : bacs d'entreposage à sec ou humide
	Grossistes Détaillants
Bris de coquilles	Post-transformation
Signes de ponte et odeurs	Partout
Perte de poids des sacs	Entre l'emballage à l'usine et l'entreposage chez les grossistes
Description et durée des opérations postrécolte	Partout
Présence-absence-qualité du glaçage	Divers contenants

1. Voir la section 2.2 p. 3 pour les détails

## 2.3 Température

La température a été enregistrée à trois endroits différents soit dans les divers contenants utilisés durant la chaîne de mise en marché, dans la colonne des eaux d'élevage (en même temps que la salinité) et enfin dans les moules. Ces données visaient à savoir comment ces données variaient et si ces variations étaient reliées (tableau 3).

Pour la première série de mesures, des enregistreurs VEMCO® de type Minilogs, ont été insérés à travers les moules dans les sacs ou les bacs de récoltes. La température était relevée automatiquement toutes les demi-heures. La précision de lecture était de  $\pm 0,1$  °C.

Les suivis de température ont été réalisés à sept reprises. Les trois premières observations faites entre le 2 juin et le 3 octobre 2005 ne couvrent que la prétransformation des moules soit celle de la récolte jusqu'à l'entreposage à l'usine. Le nombre d'enregistreurs et leur emplacement dans le

Tableau 3. Échantillonnage de la température à cœur des moules : résumé des données acquises

Date	À bord, avant le dégrappage	À bord, après le dégrappage	Usine, avant transformation	Usine, après transformation	Distributeur/ Détaillant
24 octobre 2006	N=10 moules/ 3 bacs dessus		N=10 moules/ 3 bacs	N=10 moules/ 3 bacs	N=10 moules/ 5 sacs distributeur Arnaud  N=10 moules/ 1 sac détaillant + étalage N=10
1 <sup>er</sup> au 3 décembre 2005	N=10 moules/ 3 sacs dessus		N=10 moules/ 3 bacs humides	N=10 moules/ 2 bacs après entrepo- sage humide	N=10 moules/ 3 sacs Norreff
15 juin 2006	N=10 moules/ 3 sacs dessus		N=10 moules/ 1 bac dessus, milieu, fond	N=10 moules/ 2 échantillons au hasard	N=10 moules/ 3 sacs aléatoires Norreff
28 juillet 2006	N=10 moules/ 4 sacs	N=10 moules/ 3 sacs/ 3 niveaux D,M,F	N=10 moules/ 3 bacs/ 3 niveaux	N=10 moules/ 9 échantillons aléatoires	N=10 moules/ 3 sacs distributeur Arnaud

Chaîne de mise en marché de moules en Gaspésie.

1. Récolte en mer



2. Transbordement à quai



3. Transport



4. Transformation



5. Transport au marché



6. Grossiste



Détail du glaçage

conteneur sont variables. Ces données sont présentées afin d'illustrer les conditions auxquelles sont soumises les moules, notamment en mer où elles sont davantage vulnérables qu'à l'usine. Les quatre observations suivantes, échelonnées entre le 24 octobre 2005 et le 28 juillet 2006, intègrent également les opérations de post-récolte, de l'usine jusque chez les grossistes-distributeurs.

La méthode suivie a consisté à placer un enregistreur dans les parties inférieures, médianes et supérieures des contenants. Trois contenants différents étaient échantillonnés, au début, au milieu et en fin de récolte afin de voir si les moules subissaient des abus thermiques. Les enregistreurs étaient munis d'une ficelle et d'une étiquette numérotée (figures 3a et 3b) qui permettaient de mieux faire le suivi dans les étapes ultérieures notamment lors des transferts de moules à quai ou avant leur transformation à l'usine. En mer, à titre de référence, un autre enregistreur était suspendu à la cabine du bateau afin de mesurer la température ambiante (à l'exception de juin 2005).

Ces enregistreurs étaient récupérés lorsque le contenu des bacs isothermes de transports était transvidé dans la trémie d'alimentation de la ligne de transformation. Les appareils



Figure 3 a. Bacs isothermes au transbordement avec cordes de repérage pour le suivi des moules durant les procédures de la récolte jusqu'à la transformation le 2 juin 2005.



Figure 3b. Insertion d'un thermographe en subsurface d'un bac isotherme à bord d'une embarcation mytilicole le 25 septembre 2005.

étaient réutilisés au moment de l'emballage des sacs de 11,5 kg (25 livres) de moules fraîches dans les boîtes de carton ciré de 450 kg (1 000 livres). À ce moment, trois thermographes étaient insérés dans autant de sacs répartis aléatoirement entre la couche inférieure et la couche supérieure de chacune des boîtes de carton ciré. Un autre thermographe était inséré directement au centre de la boîte dans la glace qui entourait les sacs et un dernier était attaché à la paroi supérieure de la boîte afin d'enregistrer les conditions ambiantes dans la remorque du camion de transport vers les marchés. Ces thermographes étaient récupérés chez les grossistes distributeurs bien qu'un de ceux-ci pouvait, dans certains cas, suivre une partie du chargement chez certains détaillants, comme ce fut le cas lors de l'expédition d'une cargaison à Rimouski, le 24 octobre 2005.

Une fois le périple terminé, les données mémorisées dans les thermographes étaient transférées dans une base de données sur micro-ordinateur au moyen du logiciel prévu à cette tâche. Elles ont alors été transférées dans le logiciel *Excel* pour traitement graphique.

Pour mesurer la température à cœur, on a utilisé des thermomètres numériques Oakton 00702-75 ou Barnant 100 modèle 600-2820 munis chacun d'un thermocouple P161-SENSE 08500-65 de type T. Ce dernier était inséré entre les deux valves d'une dizaine de moules, généralement à trois reprises (tableau 2). La fréquence des relevés en mer et à l'usine était conditionnée aux impératifs de la production, et ce, à toutes les étapes de la mise en marché ce qui explique leur possible irrégularité.

La température des moules a été notée au moment de la récolte après le dégrappage sauf en juillet 2006 où elle a été enregistrée avant le dégrappage-triage à trois moments durant la période de récolte. On voulait alors voir comment les chaudes conditions climatiques estivales influençaient ce paramètre. Par la suite, elle a été prise sur des échantillons de moules avant et après leur transformation et finalement chez les grossistes. Notons qu'à Rimouski, des données ont été acquises chez un détaillant en octobre 2005.

Pour permettre l'évaluation de son influence sur celle des moules, la température des eaux de la ligne de transformation était enregistrée sporadiquement au moyen des thermomètres numériques.

Enfin, la température des eaux d'élevage a été mesurée au moyen d'une sonde YSI-55 qui était immergée jusqu'à une douzaine de mètres, profondeur moyenne d'élevage des moules. La sonde était ensuite remontée et les températures notées à cinq et un mètre sous la surface. Cette opération était généralement réalisée au début, à mi-temps et à la fin de la période de récolte.

## 2.4 Bâillement des moules

Une méthode simple d'échantillonnage a permis de rendre les résultats comparables d'une étape à l'autre de la chaîne de mise en marché sans risquer de retarder les opérations commerciales.

Un anneau d'une vingtaine de centimètres de diamètre était placé à la surface des moules des divers contenants, que ce soit des sacs de 25 livres ou de bacs de 1 000 livres (figure 4). Il était possible également de prélever un échantillon de



Figure 4. Exemple de l'anneau d'échantillonnage placé à la surface d'un sac de 25 livres à l'usine de Pêcheries Rivière-au-Renard le 25 octobre 2005.

moules après la chaîne de transformation et de l'étendre sur une surface plane afin de procéder à la même estimation.

Le nombre de moules à la coquille ouverte dans cette surface de diamètre « constant » était rapidement déterminé et noté. Cet outil fonctionne relativement bien lorsque les différences de bâillement des moules entre les sacs sont accentuées et que la taille des moules est relativement comparable d'un échantillon à l'autre. C'était généralement le cas lors de cette étude.

## 2.5 Bris de moules, traces de ponte et odeurs nauséabondes

Au moment où les moules étaient observées pour établir si elles bâillaient, la présence de moules brisées, en voie de pondre ou présentant des odeurs nauséabondes était également notée.

## 2.6 Perte de poids des sacs

Afin de déterminer si les conditions d'entreposage des moules après la transformation étaient adéquates et permettaient de limiter les pertes en eaux de sorte que le poids net des sacs soit constamment supérieur à 25 livres ou 11,5 kg. Ceux-ci ont été pesés à l'usine avant leur mise en boîte puis repesés chez les grossistes visités à l'aide d'une balance portative de marque AND, modèle HD30KA d'une capacité de 30 kg ± 0,005 kg.

## 2.7 Durée des opérations en mer, à l'usine et aux marchés

Depuis le départ du quai, la durée des principales opérations a été mesurée afin d'estimer si elle était relativement constante d'une embarcation à l'autre et d'une saison à l'autre (annexe 1). La durée de séjour des moules à bord des embarcations est donc mesurée afin que celle-ci, combinée à des facteurs comme l'exposition au vent, au soleil, au froid, aux intempéries en relation avec le glaçage et le type de contenant, permette l'appréciation des soins donnés aux moules avant et pendant leur transport vers Rivière-au-Renard.

On a ainsi mesuré les variations dans la durée des opérations de récolte par deux méthodes. La première a été réalisée lors de trois sorties en mer chez deux mytiliculteurs. La durée de fonctionnement réelle de la dégrappeuse-trieuse pendant un cycle de récolte d'une filière d'élevage de moules a été chronométrée. On mesurait le temps à partir de la mise en marche de la dégrappeuse-trieuse jusqu'à son arrêt. Cette procédure a été répétée jusqu'à ce que la filière soit totalement récoltée.

Une autre méthode a été appliquée aux différents bateaux de récolte. Elle consistait à mesurer la durée moyenne de remplissage des sacs ou des bacs isothermes de 1 000 litres (le volume de moules était en réalité de 900 litres) ramenés suite à une sortie en mer donnée. Sept sorties en mer, entre juin 2005 et juillet 2006, ont fourni des données. Des durées ont été minutées pour un total de 68 bacs ou sacs de 1 000 L. Les problèmes techniques, le plus souvent mécaniques, susceptibles de prolonger ou d'interrompre la récolte ont été notés, de même que leur durée.

L'heure d'arrivée des moules à l'usine a été basée sur les données obtenues du personnel de l'usine. Les heures de début et de fin de la transformation ainsi que la quantité de moules brutes et nettes ont été notées afin d'estimer le rendement horaire de la main-d'œuvre. La durée de l'entreposage en chambre froide dans les boîtes de carton ciré a été également notée de même que la durée du transport jusque sur les marchés de Rimouski et de Montréal.

Ces renseignements ont été contre-croisés avec les données de température enregistrées par les thermomètres VEMCO, munis d'une horloge interne. On peut déterminer avec une bonne fiabilité les conditions environnantes des moules à un moment précis.

## 2.8 Présence ou absence de glace et qualité du glaçage

L'utilisation ou non de la glace aux étapes clés de la mise en marché a été notée. La qualité du glaçage a été évaluée en notant si la glace était distribuée uniformément à tous les niveaux des contenants. Par exemple, y avait-il de la glace au fond, au centre et en surface des contenants ou encore, à l'usine, la glace entourait-elle les sacs de 25 livres?

Les principaux points d'observation ont été établis aux étapes suivantes : lors de la récolte des moules; au moment du transfert de celles-ci entre les contenants utilisés à bord des embarcations mytilicoles et les bacs isothermes de transport jusqu'à l'usine; enfin, après la transformation, lors de l'emballage.

À l'arrivée chez les grossistes, l'état de la glace et la présence d'eau de fonte ainsi que l'état de la boîte d'emballage étaient notés.

## 2.9 Traitement de données

Les données de température observée dans les contenants de moules tout au long de la filière post-récolte ont été synthétisées avec les fonctions graphiques et statistiques du logiciel Excel et du greffon Winstat. Après que l'étude de la variabilité de la température entre les enregistreurs placés aux divers niveaux dans les contenants et entre les contenants n'ait fait apparaître aucune tendance, on a préféré utiliser la valeur moyenne

de l'ensemble des thermographes des divers contenants pour illustrer la variation de température moyenne à laquelle étaient confinées les moules tout au long de l'une des sept périodes d'échantillonnage.

### 3. Résultats

#### 3.1 Analyse de l'efficacité des opérations de récolte

L'analyse de l'efficacité des opérations de récolte de la moule en Gaspésie est primordiale. En effet, l'opération de dégrappage-triage des moules à bord des embarcations est unique à cette région ou à tout le moins singulière par rapport à d'autres sites de production dans l'Atlantique est. En effet, cette manœuvre est sujette à ralentir les débits d'opération en raison des arrêts plus ou moins fréquents des installations. En conséquence, la durée de l'exposition des moules aux conditions environnantes, parfois adverses, peut être prolongée, sans compter que la partie des filières qui restent momentanément suspendues hors de l'eau ou près de la surface, au moment de l'embarquement est sujette au décrochage par agitation excessive (S. Morissette, mytiliculteur, comm. pers.).

Les données acquises sur le taux de fonctionnement (taux de disponibilité à l'opération prévue) de la dégrappeuse-trieuse montrent que cet appareil est plus régulièrement arrêté sur l'une des deux embarcations échantillonnées (tableau 4). En fait, son taux de fonctionnement varie de 29 à 41,6 %. Les observations à bord de l'autre embarcation montrent que cette opération peut être plus fluide alors que le taux de fonctionnement de l'appareil varie cette fois entre 66 et 68 %. Les taux ne peuvent atteindre 100 % puisque des arrêts liés à la nature même des opérations comme le changement de filières dû à des rendements mitigés des boudins, causent l'arrêt de la dégrappeuse-trieuse.

Tableau 4. Évaluation de la fluidité de l'opération de récolte des moules par le taux d'opération d'une dégrappeuse-trieuse à bord des embarcations mytilicoles.

Date	N° d'embarcation-n° filière	Temps de marche (minutes)	Temps d'arrêt (minutes)	Durée d'opération (minutes)	Taux d'opération (%)
15 sept. 2005	1-1	20,28	39,29	59,57	34,0
15 sept. 2005	1-2	14,21	26,37	40,58	35,0
15 sept. 2005	1-3	13,43	18,88	32,31	41,6
3 oct. 2005	2-1	29,44	14,14	43,58	68,0
3 oct. 2005	2-2	29,27	15,38	45,05	66,0
24 oct. 2005	1-1	15,49	38,47	54,36	29,0
24 oct. 2005	1-2	20,21	38,49	59,10	34,0

La durée moyenne de remplissage d'un contenant de 1 000 L a été estimée à 22 minutes (tableau 5). Cette durée est très variable, l'intervalle se situant entre 5,5 et 82 minutes pour remplir un bac. La durée moyenne de remplissage varie fortement entre les embarcations. Celle qui fait le remplissage directement dans le sac de minoterie est très performante avec des valeurs moyennes assez constantes sous les 8 minutes alors que la durée moyenne de remplissage des bacs/sacs des autres entreprises est supérieure à 17 minutes et peut même atteindre plus de 50 minutes puisqu'elles doivent faire du transfert manuel des bacs de manutention dans les contenants plus volumineux. Dans ces derniers cas, la performance d'une entreprise donnée est variable d'une sortie en mer à l'autre. La qualité des boudins de moules commerciales et la fiabilité des différents appareils sont également en cause.

Il en va de même pour la durée moyenne des sorties en mer, estimée à quelque 6 heures 12 minutes avec des valeurs minimales de 4 heures 10 minutes et maximales de 8 heures 55 minutes. La durée la plus courte a été atteinte par l'entreprise qui a rempli six contenants de 1 000 L directement à la sortie de la dégrappeuse-trieuse, alors que cette sortie a eu lieu en décembre, dans des conditions difficiles et sur un lieu de

Tableau 5. Variations dans les durées de remplissage des contenants de moules (bacs isothermes ou sacs de 1 000 L = 900 livres) à bord des embarcations mytilicoles

Date	Nombre de bacs/sacs de 1 000 L	Méthode de remplissage	Durée moyenne (min); écart-type	Durée sortie en mer (heures)
2 juin 2005	6	Directe dans sacs	5,5; 1,5	5:00
15 septembre 2005	6	Bacs manutention.-versés bacs isothermes	50,3; 18,3	6:00
3 octobre 2005	15	Bacs man.-vers bacs iso Bacs manutention.-versés bacs isothermes	21,1; 15,5	7:40
24 octobre 2005	9	Bacs manutention.-versés bacs isothermes	17,1; 5,1	5:24
1 <sup>er</sup> décembre 2005	10	Directe dans sacs	8,5; 1,8	4:10
15 juin 2006	13	Bacs manutention.-versés bacs isothermes	23,8; 19,7	6:18
26 juillet 2006	8	Bacs manutention.-versés bacs isothermes	35,9; 14,0	8:55
<b>TOTAL</b>	<b>68</b>	<b>Toutes techniques confondues</b>	<b>22,0; 18,0</b> <b>MAX = 82 min</b> <b>MIN = 4 min</b>	<b>Moyenne = 6:12</b>

récolte relativement éloigné du quai. Par comparaison, la durée maximale a été atteinte en plein été pour un éloignement du quai comparable et huit contenants à remplir. Cette fois, des bacs de manutention de 100 L sont transférés dans des sacs ou des bacs isothermes de 1000 L. Il apparaît donc que l'efficacité de la dégrappeuse-trieuse, variable, et la manutention des moules, une fois cette opération terminée, soit un goulot d'étranglement qui influence directement la durée des sorties en mer, augmentant ainsi la probabilité que les moules soient exposées à des abus thermiques significatifs.

### 3.2 Glaçage des moules à bord

Lors de trois sorties en mer au printemps 2005, avant le 18 mai 2005, on a observé que les mytiliculteurs de la baie de Chaleurs ne glaçaient pas les moules à bord. À ces moments, relativement tôt au printemps, des mesures faites à bord dans les sacs de moules, ont montré que la température entre les moules pouvait facilement atteindre 17 °C, cette donnée étant confirmée par les enregistreurs de température en continu. Sur nos conseils, les mytiliculteurs de la Gaspésie ont entrepris de glacer plus systématiquement les moules à bord. Afin de déterminer l'efficacité de cette opération, les pratiques de glaçage durant l'année suivante ont été notées et décrites (tableau 6).

Tableau 6. Description sommaire des pratiques de glaçage des entreprises mytilicoles de la Gaspésie.

Date	Site de production	Température ambiante maximale (°C)	Nombre de bacs/sacs de 1000 L	Glaçage/méthode
2 juin 2005	Baie des Chaleurs	N/A	6	2 pelletées de glace au centre et 3 en surface des bacs ou sacs de 1 000 L
15 sept. 2005	Baie de Gaspé	18,9	6	2 pelletées de glace/couches de moules = 3 bacs de manutentions*
3 oct. 2005	Baie des Chaleurs	16,8	15	Glace gelée compacte/surface
24 oct. 2005	Baie de Gaspé	6,1	9	1 pelletée de glace/couche de moules = 3 bacs de manutentions*
1 <sup>er</sup> déc. 2005	Baie des Chaleurs	5,0	10	Pas de glace
15 juin 2006	Baie des Chaleurs	21,0	13	Glace en surface pour 6 des 13 bacs ou sacs de 1 000 L
26 juil. 2006	Baie des Chaleurs	31,0	8	Glace en surface de 8 bacs ou sacs de 1 000 L

La glace a été employée pendant sept des huit sorties en mer, l'exception étant la sortie du mois de décembre 2005. La méthode de glaçage a été variable, allant d'une absence de glace à une simple couche de glace en surface, pour une sortie effectuée à l'été 2006. La quantité varie habituellement en fonction de la température ambiante et atteint un maximum en été lorsque la température s'accroît significativement. La quantité de glace utilisée à chaque voyage est moindre dans la baie des Chaleurs que dans la baie de Gaspé. Il n'y a pas d'installation de fabrication de la glace dans la première zone et

c'est généralement l'usine de Rivière-au-Renard qui alimente les mytiliculteurs de la baie des Chaleurs mais de façon limitée en raison de contrainte de transport. Lors de la sortie du 2 juin 2005, le mytiliculteur s'était exceptionnellement procuré de la glace localement.

La qualité de la glace était variable, notamment celle expédiée de Rivière-au-Renard vers la baie des Chaleurs. Elle avait en effet tendance à se compacter et à durcir, ce qui la rendait difficile à pelleter et à étendre sur les moules.

### 3.3 Les conditions environnementales aux sites d'élevage

À chacune des visites effectuées à bord des embarcations mytilicoles, les conditions atmosphériques ainsi que celles de la colonne d'eau sur le site d'élevage ont été notées (tableau 7). La température et la salinité ont été mesurées afin de permettre l'évaluation des conditions d'acclimatation des moules. L'objectif visé était l'estimation du choc thermique vécu par les moules à leur sortie de l'eau.

Dans la baie de Gaspé, les sorties ont été réalisées à l'automne 2005, moment de l'année propice à la récolte des moules en eau libre. À la mi-septembre, la température de l'air était élevée, à près de 19 °C et ce, même si le temps était nuageux. La température de l'eau entre 1 et 12 m sous la surface était relativement uniforme et plus fraîche que celle dans l'air, variant de 12 à 15 °C. Les moules sont habituellement placées en élevage par 12 m de profondeur. À cette profondeur, la salinité oscille entre 20 à 27 ‰ et varie en fonction de l'heure du jour, probablement en fonction de l'effet de marée.

À la fin du mois d'octobre, les températures de l'air et de l'eau ont fortement chuté; elles variaient entre 4,7 et 6,1 °C pour l'air, et autour de 6 à 7 °C pour l'eau pour toutes la gamme de profondeurs inventoriées. La salinité était plus constante et en moyenne plus élevée en surface que celle mesurée en septembre. Il est probable que les vents qui prévalent à l'automne dans le havre de la baie de Gaspé y soient pour quelque chose (Lafleur, 1985), puisqu'ils contribuent à agiter plus fortement la colonne d'eau. Quoi qu'il en soit, les conditions de salinité sont au-dessus du seuil minimal acceptable pour les moules (plus de 20 ‰, Bayne *et al.* 1976).

Dans la baie des Chaleurs, les sorties en mer ont eu lieu tant à l'été qu'à l'automne. Il est à noter que la sortie prévue tôt au printemps 2006 n'a pas eu lieu en raison d'un épisode de phycotoxicité inattendu qui a interrompu la saison de récolte pour une durée d'environ six semaines.

Le 3 octobre 2005, les conditions observées dans la baie des Chaleurs étaient intermédiaires à celles décrites pour la baie de Gaspé. La température de l'air a varié de 10,7 en début de matinée à 16,8 en début d'après-midi. La température de l'eau oscillait entre 12 et 13 °C à toutes les profondeurs. Il n'y avait pas de gradient évident. La salinité de l'eau, relativement uniforme et comparable aux valeurs observées à Gaspé dans le même mois, est acceptable pour les moules.

Au début du mois de décembre, les conditions étaient plus rigoureuses, la température de l'air variant entre 3 et 5 °C alors que celles dans l'eau sont du même ordre, entre 2,4 et 5,7 °C. Les salinités sont uniformes et ne dépassent pas les 26 ‰.

Tableau 7. Conditions environnementales observées sur les divers sites d'élevage visités dans la baie des Chaleurs et la baie de Gaspé en 2005 et en 2006.

Date/heure/medium	Baie des Chaleurs			Baie de Gaspé		
	Ennuagement (%;km/h)	Température (°C)	Salinité	Ennuagement (%;km/h)	Température (°C)	Salinité
2005-10-03/7 h 30/air/vent	0;0-5	10,7	-	-	-	-
2005-10-03/7 h 30/eau (-1 m)	-	11,8	23,0			
2005-10-03/7 h 30/eau (-5 m)	-	11,8	23,5			
2005-10-03/7 h 30/eau(-12m)	-	-	28,5			
2005-10-03/9 h 30/air/vent	0;0-5	12,7				
2005-10-03/9 h 30/eau(-1 m)	-	12,0	25,5			
2005-10-03/9 h 30/eau(- 5m)		12,0	25,8			
2005-10-03/9 h 30/eau(-12 m)		11,5	26,1			
2005-10-03/12 h 40/air/vent	0,5-10	16,8				
2005-10-03/12 h 40/eau(-1 m)		13,0	25,2			
2005-10-03/12 h 40/eau(- 5m)		12,0	26,0			
2005-10-03/12 h 40/eau(-12 m)		11,8	26,3			
2005-09-15/8 h/air/vent				40; 0-5	18,9	
2005-09-15/8 h/eau (-1m)					14,0	20,0
2005-09-15/8 h/eau (-5 m)					12,5	22,0
2005-09-15/8 h/eau (-12 m)					12,0	23,0
2005-09-15/11 h 10/air/vent				10;5-10	18,7	-
2005-09-15/11 h 10/eau (-1m)					15,0	27,0
2005-09-15/11 h 10/eau (-5 m)					13,0	26,0
2005-09-15/11 h 10/eau (-12 m)					12,0	26,0
2005-10-24/10 h 26/air/vent				100;15	6,1	
2005-10-24/10 h 26/eau (-1m)					6,0	25,0
2005-10-24/10 h 26/eau (-5 m)					6,0	27,0
2005-09-15/10 h 26/eau (-12 m)					6,0	27,5
2005-10-24/11 h 40/air/vent				100;10	4,7	
2005-10-24/11 h 40/eau (-1m)					7,0	28,0
2005-10-24/11 h 40/eau (-5 m)					7,0	28,0
2005-10-24/11 h 40/eau (-12 m)					7,0	27,0
2005-10-24/12 h 30/air/vent				100;10	5,1	
2005-10-24/12 h 30/eau (-1m)					7,0	26,3
2005-10-24/12 h 30/eau (-5 m)					7,0	27,0
2005-10-24/12 h 30/eau (-12 m)					7,0	27,0

Date/heure/medium	Baie des Chaleurs	Baie de Gaspé
2005-12-01/08 h 16/air/vent	0;10-15	
2005-12-01/08 h 16/eau (-1 m)	3,0	20,2
2005-12-01/08 h 16/eau (-5 m)	3,0	
2005-12-01/08 h 16/eau (-12 m)	2,4	24,0
2005-12-01/09 h 10/air	3,7	24,0
2005-12-01/09 h 10/eau (-1 m)	5,0	
2005-12-01/09 h 10/eau (-5 m)	4,5	22,2
2005-12-01/09 h 10/eau (-12 m)	3,7	25,0
2005-12-01/10 h 15/air	5,7	25,3
2005-12-01/10 h 15/eau (-1 m)	3,0	
2005-12-01/10 h 15/eau (-5 m)	4,5	22,8
2005-12-01/10 h 15/eau (-12 m)	4,0	24,3
2006-06-12/07 h 36/air	4,0	25,8
2006-06-12/07 h 36/eau (-1 m)	14,0	
2006-06-12/07 h 36/eau (-5 m)	14,8	19,5
2006-06-12/07 h 36/eau (-12 m)	13,3	22,0
2006-06-12/10 h 30/air	11,2	24,0
2006-06-12/10 h 30/eau (-1 m)	18,0	
2006-06-12/10 h 30/eau (-5 m)	14,5	20,8
2006-06-12/10 h 30/eau (-12 m)	14,0	22,0
2006-06-12/11 h 30/air	12,0	24,0
2006-06-12/11 h 30/eau (-1 m)	21,0	
2006-06-12/11 h 30/eau (-5 m)	14,5	23,0
2006-06-12/11 h 30/eau (-12 m)	15,0	22,0
2006-07-26/07 h 30/air	12,0	-
2006-07-26/07 h 30/eau (-1 m)	-	
2006-07-26/07 h 30/eau (-5 m)	18,5	20,0
2006-07-26/07 h 30/eau (-12 m)	16,5	25,0
2006-07-26/10 h 30/air	14,5	25,0
2006-07-26/10 h 30/eau (-1 m)	-	
2006-07-26/10 h 30/eau (-5 m)	19,5	26,0
2006-07-26/10 h 30/eau (-12 m)	19,5	26,0
2006-07-26/13 h 12/air	15,0	22,5
2006-07-26/13 h 12/eau (-1 m)	31,0	
2006-07-26/13 h 12/eau (-5 m)	20,0	24,0
2006-07-26/13 h 12/eau (-12 m)	19,0	25,0
2006-07-26/13 h 12/eau (-12 m)	15,0	26,0



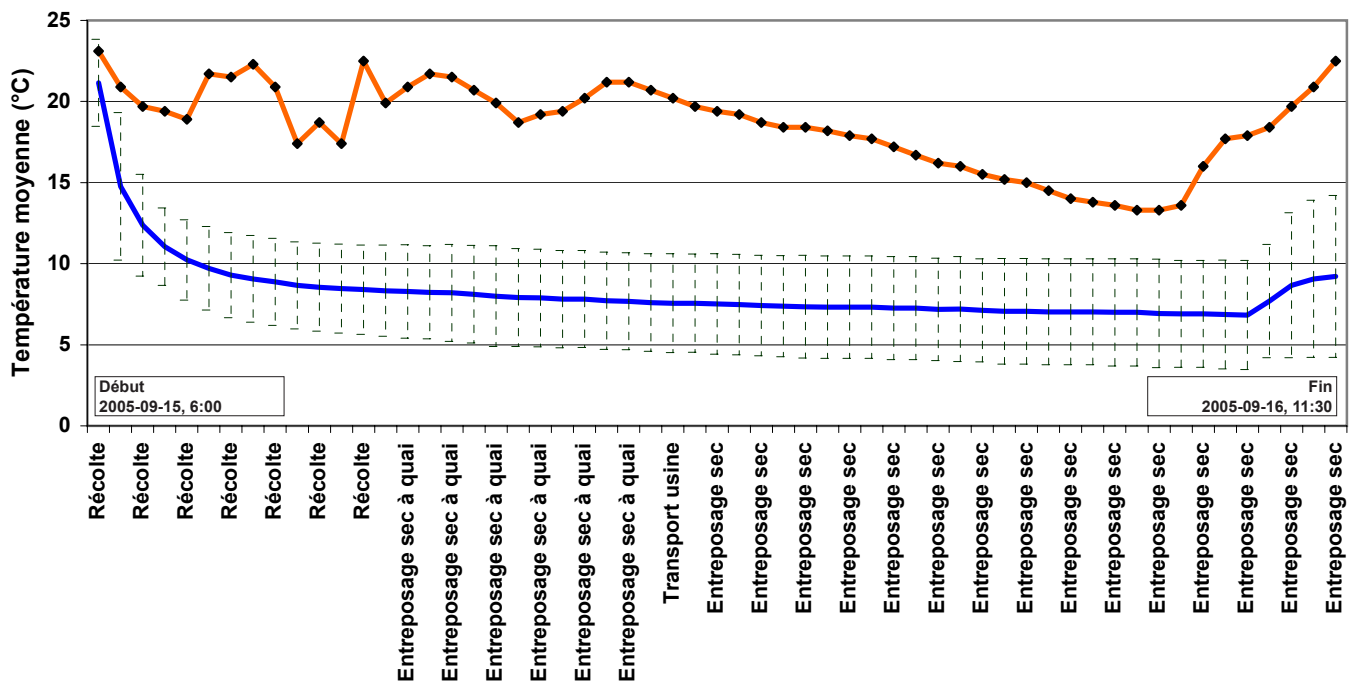


Figure 6. Évolution de la température moyenne dans les divers contenant entre la récolte dans la baie de Gaspé et la fin de l'entreposage à sec à l'usine de Rivière-au-Renard les 15 et 16 septembre 2005. En orangé, milieu ambiant 150905, en bleu, contenant 150905.

température avait continué de décroître légèrement pour s'établir à 7 °C, malgré la hausse significative de la température ambiante décrite antérieurement.

### 3.4.3 3 octobre 2005

Des moules ont été récoltées dans la baie de Cascapédia. Pour la première fois, neuf enregistreurs, répartis à trois niveaux dans trois contenants différents, étaient utilisés en parallèle avec un thermographe à température ambiante (figure 7).

Le départ du quai de Carleton-sur-mer s'est fait à 6 h et la récolte a débuté vers 7 h 30 le 3 octobre. La température ambiante sur l'embarcation a oscillé entre 10 et 20 °C, plus souvent au-delà de 15 °C. Elle a atteint un pic à plus de 30 °C sur le quai, probablement parce que le thermographe a été oublié en plein soleil. Le transfert de cet outil dans le camion de transport n'a pas fait chuter la température immédiatement. Cette dernière a décliné très progressivement, ce qui laisse à penser que l'unité de réfrigération du camion n'était pas pleinement opérationnelle. Encore une fois, elle est passée sous la barre des 15 °C la nuit venue. Elle a atteint son minimum de 11 °C dans la matinée du 4 octobre 2005.

La température moyenne des contenants isothermes a été maximale à 15 °C durant la première partie de la récolte pour ensuite fléchir à moins de 10 °C à l'arrivée au quai. Elle a décliné d'environ 2 °C pendant le transport à l'usine pour se stabiliser entre 7 et 8 °C jusqu'à la fin de l'entreposage à sec à l'usine.

### 3.4.4 24 au 26 octobre 2005

Des moules ont été récoltées dans la baie de Gaspé; la cueillette a débuté vers 10 h 30 le 24 octobre (figure 8). La température de l'air était d'environ 7 °C jusqu'à l'arrivée au quai vers 13 h 30. Les bacs ont été laissés sur le quai pour l'après-midi et la température extérieure a baissé sous les 6 °C

au moment du transport à l'usine où les moules sont arrivées à 20 h environ.

À ce moment, la température extérieure enregistrée a chuté près du point de congélation. Il est possible que les bacs aient été laissés à l'extérieur de l'usine alors que la nuit peut être fraîche à ce moment de l'année (les données d'Environnement Canada pour cette nuit à l'aéroport de Gaspé précisent effectivement que les températures ont varié de -1,3 à 1,3 °C). On peut supposer également que le bac sur lequel était accroché le thermographe avait été entreposé dans la chambre froide, hypothèse moins vraisemblable cependant, car elle ne correspond pas aux habitudes de travail de l'équipe de production.

Le lendemain matin pendant la transformation, la température du bac a monté à plus de 10 °C pour ensuite chuter rapidement lors du transfert de la boîte de 500 livres sur laquelle était attaché le thermographe dans le camion réfrigéré. La température descend même nettement sous le seuil de congélation pendant le transport, oscillant alors entre -2,5 et -6 °C. La température varie plusieurs fois lorsque le camion, en route vers Rimouski, arrête et ouvre ses portes pour faire la livraison d'autres denrées alimentaires. Ces arrêts sont confirmés par la présence à bord d'un technicien de l'équipe scientifique.

À l'arrivée chez le grossiste à Rimouski, le 25 octobre vers 19 h, la température ambiante est remontée au-dessus de 4 °C en soirée pour demeurer relativement stable jusqu'au moment où les premiers sacs de 25 livres seront distribués dans la région du Bas-St-Laurent, le 26 octobre à partir de 8 h 30. La température de 4 °C montre bien que la salle de réception du grossiste est réfrigérée. On observe parfois des fluctuations mais celles-ci sont liées au va-et-vient des camions où les employés ouvrent et referment les portes de l'entrepôt.

En ce qui a trait à la température moyenne des contenants de moules au moment de la récolte celle-ci était d'environ 4 °C.



Elle a descendu faiblement jusqu'à la fin de l'entreposage sur le quai vers les 19 h. À leur arrivée à l'usine, la température moyenne des trois bacs isothermes se rapprochait de 3 °C; elle a décliné jusqu'au lendemain matin pour atteindre près de 2 °C. Par la suite, la température a remontée de façon saccadée pendant la phase de transformation, reflétant des perturbations reliées au transfert de certains des thermographes des bacs isothermes vers les sacs placés dans les boîtes de transport destinées aux marchés et dans lesquelles ont avait disposé de généreuses couches de glace.

On a vu d'ailleurs l'effet du glaçage sur la température moyenne des boîtes cartonnées de 500 livres puisqu'elle a diminué de 6 à 0,5 °C lors du transport. Notons que la congélation dans le camion n'a pas fait pas chuter la température des boîtes sous le point de congélation.

Le mouvement de refroidissement dans les boîtes s'est poursuivi chez le grossiste, même si la température extérieure avait atteint les 4 °C, comme indiqué précédemment.

### 3.4.5 1<sup>er</sup> au 5 décembre 2005

Des moules ont été récoltées dans la baie de Cascapédia. Elles ont été suivies jusqu'à l'usine. À ce moment, d'autres moules entreposées à l'usine ont été transformées et leurs conditions d'entreposage ont été suivies jusque chez deux grossistes de Montréal. C'est pourquoi deux courbes de température ambiante sont présentées.

La température ambiante de la récolte jusqu'à l'usine était de 5 °C et a diminué à 4 °C au quai (figure 9). Après le transfert du thermographe dans le camion de transport réfrigéré, la température a continué de chuter fortement pour atteindre -3°C. Elle

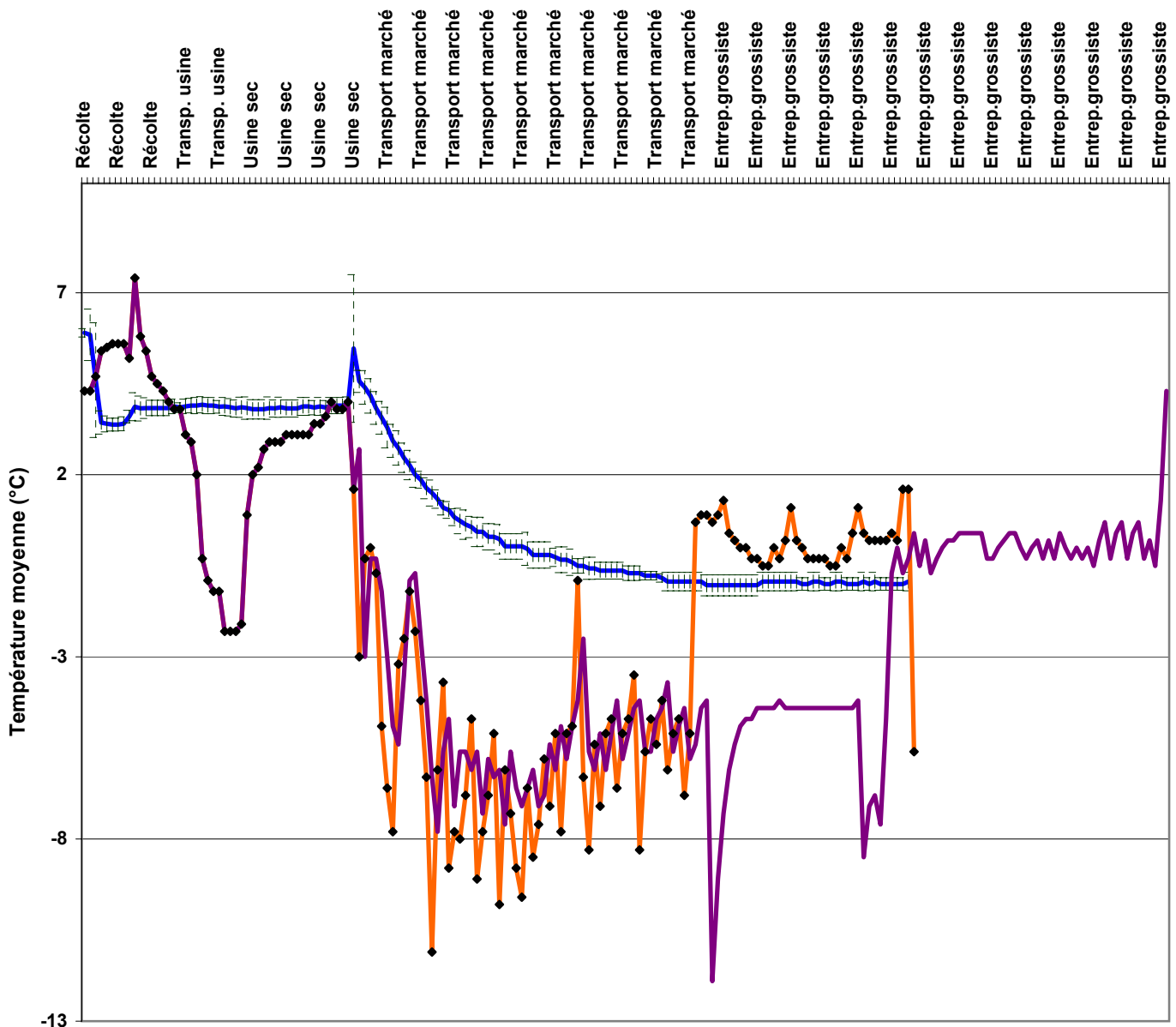


Figure 9. Évolution de la température moyenne dans les divers contenants entre la récolte dans la baie de Cascapédia et les entrepôts de grossistes à Montréal du 1<sup>er</sup> au 5 décembre 2005. En rouge, milieu ambiant Somerled, en orangé, milieu ambiant Norref, en bleu, contenant 01-051205.



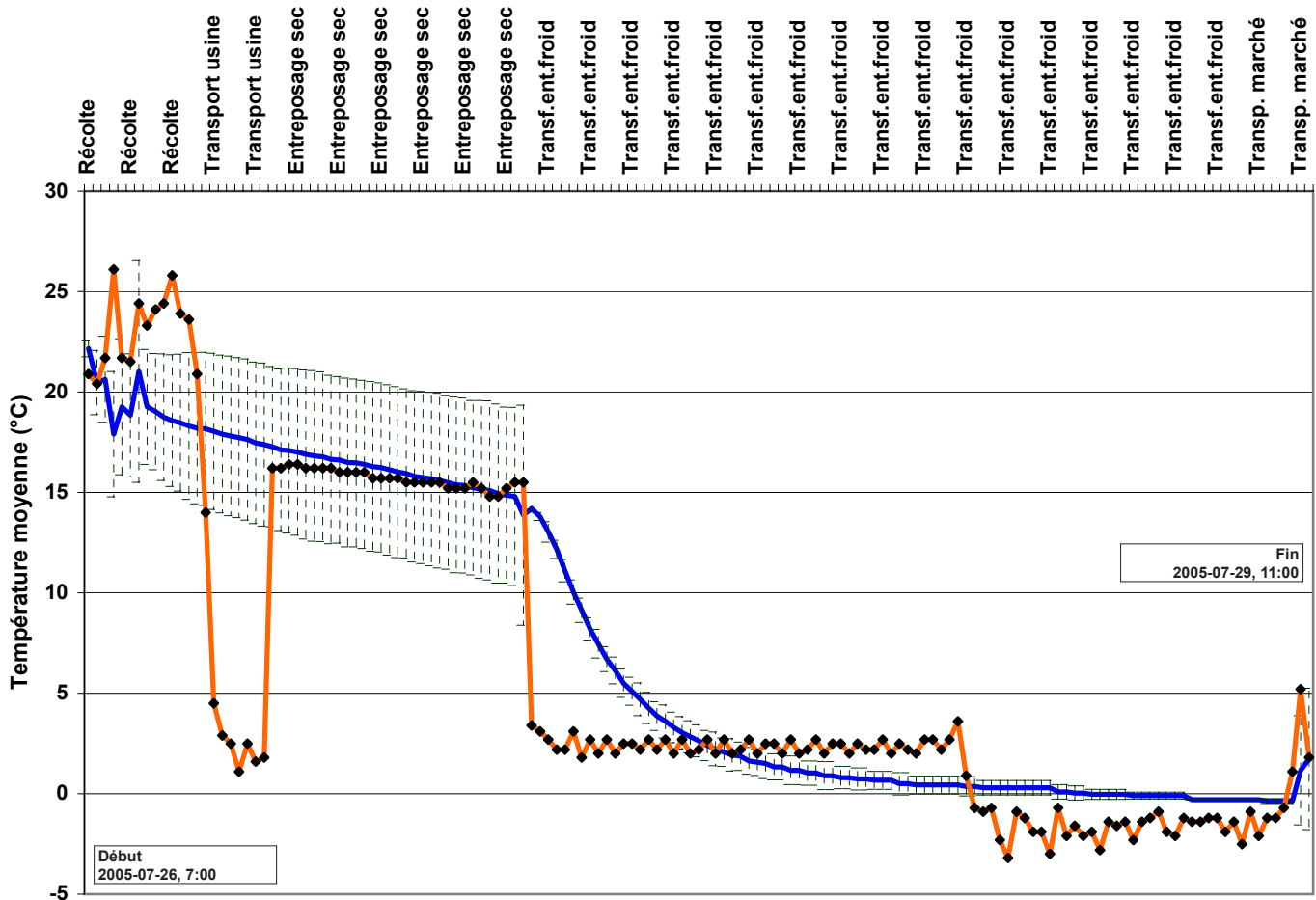


Figure 11. Évolution de la température moyenne dans les divers contenants entre la récolte dans la baie de Cascapédia et les entrepôts des grossistes à Rimouski du 26 au 29 juillet 2006. En orangé, milieu ambiant 26-290706, en bleu, contenant 26-290706.

avec deux pics à 3 et 5 °C suite aux entrées et aux sorties de produits de l'entrepôt.

En parallèle, la température moyenne de départ des contenants de moules sur le bateau a été établie à 10 °C, puis est descendue à 9 °C. Elle a subi une légère baisse durant le transport à l'usine pour atteindre 8 °C. Cette tendance s'est maintenue pendant l'entreposage à sec sans toutefois descendre sous 7 °C. Au moment de la transformation, donc à l'ouverture des bacs isothermes, la température a augmenté jusqu'à près de 10 °C en raison de l'influence des conditions dans le local de traitement des moules. Après l'entreposage en chambre froide et le transfert dans le camion réfrigéré, la température moyenne des deux boîtes de carton en monitoring est redescendue régulièrement pendant une douzaine d'heures pour se stabiliser autour d'une température asymptotique de 0 °C et ce, jusqu'à la fin de la période d'échantillonnage chez le grossiste, à 7 h 30, le matin du 14 juin.

### 3.4.7 26 au 29 juillet 2006

Des moules ont de nouveau été récoltées dans la baie de Cascapédia à partir de 8 h 30 le 26 juillet 2006 (figure 11). En mer, la température de l'air ambiant était de plus de 21 °C avec des pointes à plus de 25 °C, notamment en fin de récolte et en route vers le quai. Après le transfert dans le camion réfrigéré, la valeur observée sur le thermographe a chuté pour

atteindre, 1 heure après le départ, moins de 4 °C avec une valeur plancher de 1 °C. Dans la salle d'entreposage à sec, la température s'est élevée à environ 16 °C pour se maintenir jusqu'à l'étape de transformation le lendemain matin, 27 juillet. Le thermographe a alors été transféré dans l'entrepôt réfrigéré avec les moules destinées au marché pour une période de plus de 24 heures. Durant ce temps, il a enregistré une température variant entre -2 et 2 °C avec des fluctuations fréquentes vraisemblablement dues à l'ouverture des portes par les employés. Au moment du transfert dans le camion réfrigéré à destination de Montréal, la température ambiante moyenne était très froide, entre -2 et -4 °C.

La température moyenne des contenants utilisés à bord du bateau est passée de plus de 20 °C à un peu moins de 20 °C lors du débarquement. Elle a continué de diminuer régulièrement durant le transport et l'entreposage à sec à l'usine puis s'est stabilisée à environ 15 °C avant l'étape de transformation.

Après le traitement des moules, la température moyenne observée dans les boîtes de mise en marché a continué de descendre progressivement durant l'entreposage en chambre froide. Après huit heures, la température est passée sous la barre des 4 °C et a continué de diminuer pour passer sous le point de congélation pendant le transport vers les marchés qui a commencé le 28 juillet vers 13 h. Les observations se sont

terminées le 29 juillet à 11 h lorsque les boîtes ont été ouvertes chez le grossiste montréalais.

### 3.5 Suivis de la température à cœur des moules

#### 3.5.1 En mer

À bord des embarcations, la température à cœur des moules a été enregistrée après le dégrappage-triage de celles-ci et tout juste avant qu'elles soient entreposées en sacs ou en bacs.

À la fin de l'été 2005, à la mi-septembre, la température à cœur de moules récoltées dans la baie de Gaspé gravitait autour de 15 °C (figure 12). Une quinzaine de jours plus tard — le 3 octobre — dans la baie de Cascapédia, le portrait est analogue bien que les moules soient plus fraîches au début de la matinée avec une température de 11 °C. Par ailleurs, le 24 octobre, dans la baie de Gaspé, la température à cœur des moules est beaucoup plus fraîche variant de 5 à 6 °C. Le temps passant, cette tendance s'accroît puisque la température à cœur de moules récoltées dans la baie de Cascapédia au début de décembre est encore moindre et varie entre 3 et 4,5 °C.

parties supérieure, moyenne et inférieure des bacs isothermes entreposés dans l'aire de réception. Mentionnons que ces bacs étaient reglacés en surface au moment de leur arrivée à l'usine, alors que la prise de température se faisait généralement le lendemain matin au moment de la transformation.

Le patron vertical des températures est constant d'une saison à l'autre. En effet, la température à cœur moyenne des moules de surface est la plus fraîche alors que celle des moules prélevées au centre est généralement plus chaude, mais moins que celle des moules du fond. Les écarts de température des moules de surface et de fond sont généralement d'environ 5 °C et peuvent s'accroître pour tourner autour de 10 °C en plein été.

À l'échelle d'une saison, ce patron vertical évolue de façon prévisible. Ainsi, lors de cette recherche, la température à cœur moyenne des moules de la couche supérieure (TCS) des bacs d'entreposage à sec a atteint des valeurs minimales lors des deux séances d'observations d'octobre 2005. Ce patron a différé pour les moules de surface évaluées au début du mois de décembre et dont la température était de 5,7 à 6,9 degrés. Cependant, ces moules sortaient de l'entreposage humide; on les a donc considérées comme atypiques dans la série.

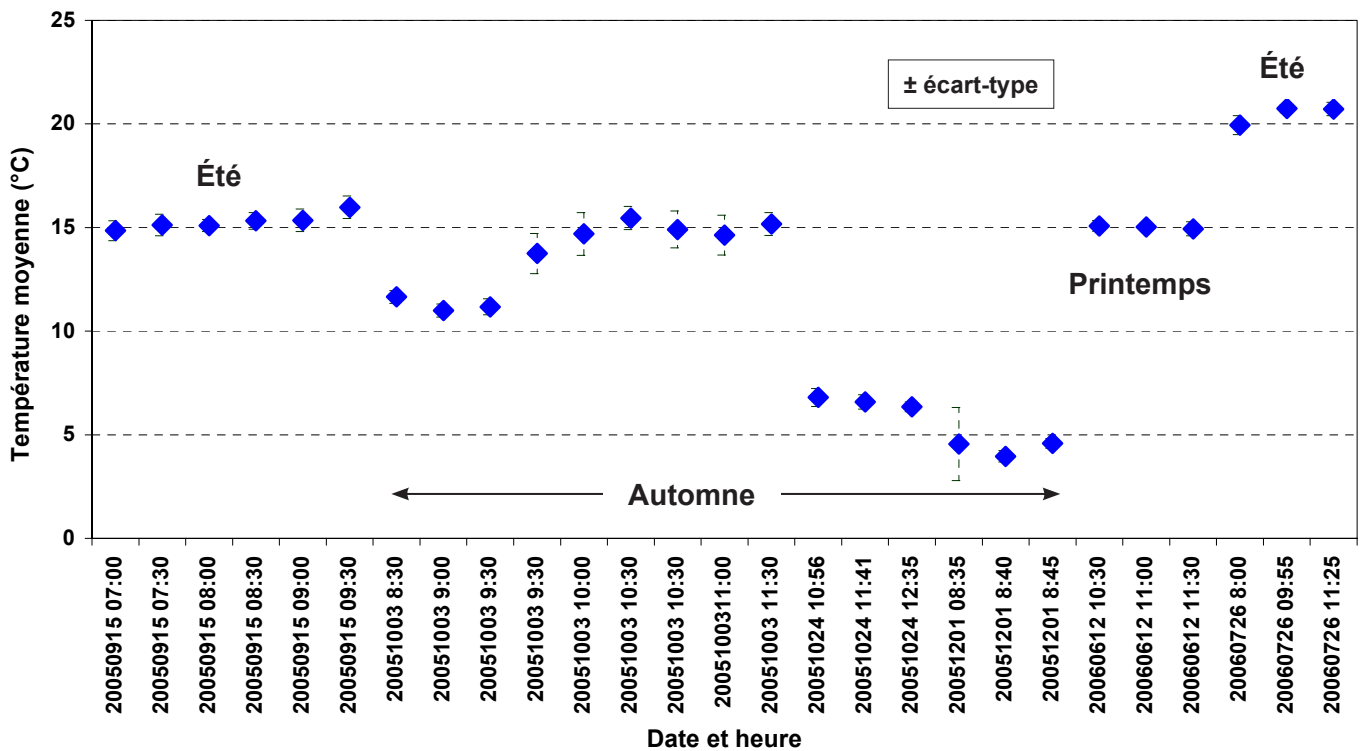


Figure 12. Évolution saisonnière de la température à cœur des moules après dégrappage en mer.

Au printemps suivant, la température interne de moules récoltées dans la baie de Cascapédia était de 15 °C, soit comme à l'automne précédent. Plus tard en saison, en plein été, cette température à cœur dépassait le seuil des 20 à 21 °C.

En juin 2006, la TCS était analogue à celles observées en octobre 2005, alors que celle de juillet était plus élevée, allant de 4,7 et 6,9 °C.

#### 3.5.2 À l'usine, avant la transformation

À l'usine, la température à cœur des moules a été mesurée sur des échantillons de moules prélevées au hasard dans les

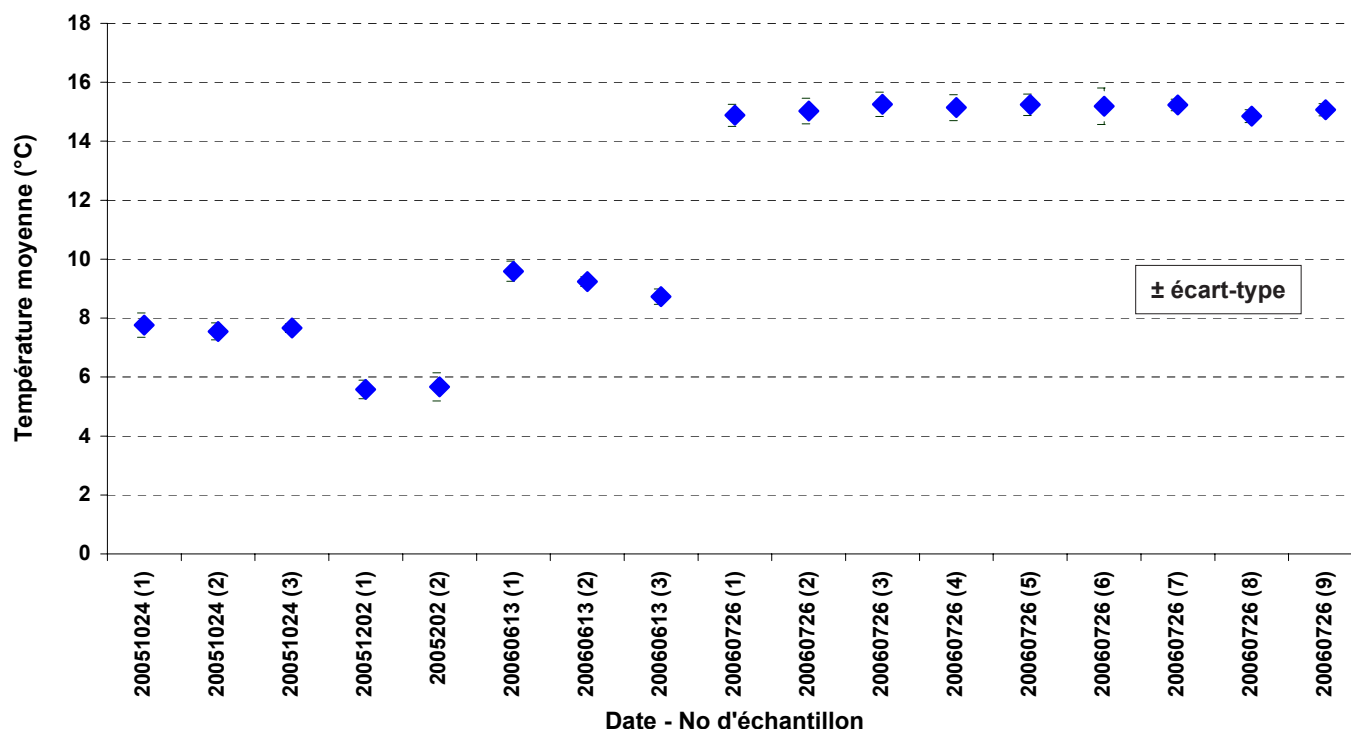


Figure 13. Évolution saisonnière de la température à cœur moyenne des moules après transformation sur le tapis d'inspection (N=10/échantillon).

### 3.5.3 À l'usine, après la transformation

La température à cœur moyenne des moules a été notée sur des échantillons prélevés aléatoirement sur les tapis d'inspection pendant le traitement à l'usine.

La température moyenne des moules mesurées le 24 octobre 2005 variait de 7,5 à 7,6 °C pour les trois échantillons prélevés. Le 2 décembre 2005, la température était plutôt de 5,5 à 5,6 °C. Le 13 juin 2006, elle variait entre 8,7 et 9,5 °C. Elle a poursuivi son ascension jusqu'au 26 juillet, où elle a été enregistrée à neuf reprises entre 14,8 et 15,2 °C (figure 13).

Cette température est en accord avec la température de l'eau de mer de la ligne de transformation enregistrée ponctuellement à ces dates.

### 3.5.4 Entreposage chez le grossiste

La température à cœur moyenne des moules a été prise sur des échantillons prélevés dans les sacs de 25 livres placés en deux rangées superposées dans les boîtes cartonnées de 500 livres expédiées par l'entreprise Pêcheries de Rivière-au-Renard inc.

Chez le grossiste, la température à cœur des moules était généralement fraîche puisqu'elle dépassait rarement plus de 5 °C (figure 14). La température des moules a même voisiné le point de congélation à Montréal au début de décembre.

Exception faite des moules échantillonnées à Montréal à ce moment, on a observé une différence plus ou moins importante de la température à cœur moyenne des moules selon qu'elles avaient été prélevées dans les sacs du fond ou ceux de la couche supérieure. Les moules du dessus montraient des températures plus élevées, mais cette différence n'apparaissait pas significative.

### 3.6 Bâillement des moules

Celui-ci a été mesuré à 12 occasions tout au long de la chaîne de valeur pour un total de 36 échantillons (figure 15). Le nombre de moules bâillantes observées de la récolte à l'usine n'a jamais dépassé trois individus dans la surface d'échantillonnage. Un décompte sommaire du nombre total de moules visibles dans cette surface donne une estimation d'une cinquantaine d'individus. Cela veut dire que la proportion de moules qui ouvrent est généralement inférieure à 6 % et est parfois nulle comme on l'a observé à deux occasions avant l'étape de transformation

Par ailleurs, la proportion d'individus bâillant s'accroît significativement chez les grossistes qui prennent la décision d'acheter les moules, à l'avant-dernière étape qui est l'achat par les consommateurs. En nombre absolu, la valeur moyenne s'étend de 4,6 au cœur de l'été le 28 juillet 2006, à 6,3 le 14 juin 2006. Par interpolation, nous estimons que cette proportion a varié de 10 à 15 %.

Celle-ci a atteint des sommets le 4 et le 5 décembre 2005 chez les deux grossistes de Montréal avec des valeurs respectives de 11,6 et 14 individus. Dans ces derniers cas, cela signifie que 25 à 30 % des moules sont bâillantes lors de l'examen des couches superficielles du sac de 25 livres. Dans ce cas, il convient de rappeler que, parmi les échantillons observés, ce sont les seules moules qui avaient subi l'entreposage humide alors que les autres moules séjournèrent dans les bacs de transport jusqu'à l'usine (entreposage à « sec ») pour être directement transformées. En somme, il n'est pas clair si l'entreposage humide est bénéfique pour des moules susceptibles d'avoir subi des abus thermiques dans les étapes précédentes. En parallèle, l'évaluation du taux de moules bâillantes a été faite sur des moules de l'Île-du-Prince-Édouard et de Terre-Neuve. Ce taux variait de 1,3 à 2 %. Depuis ce temps,

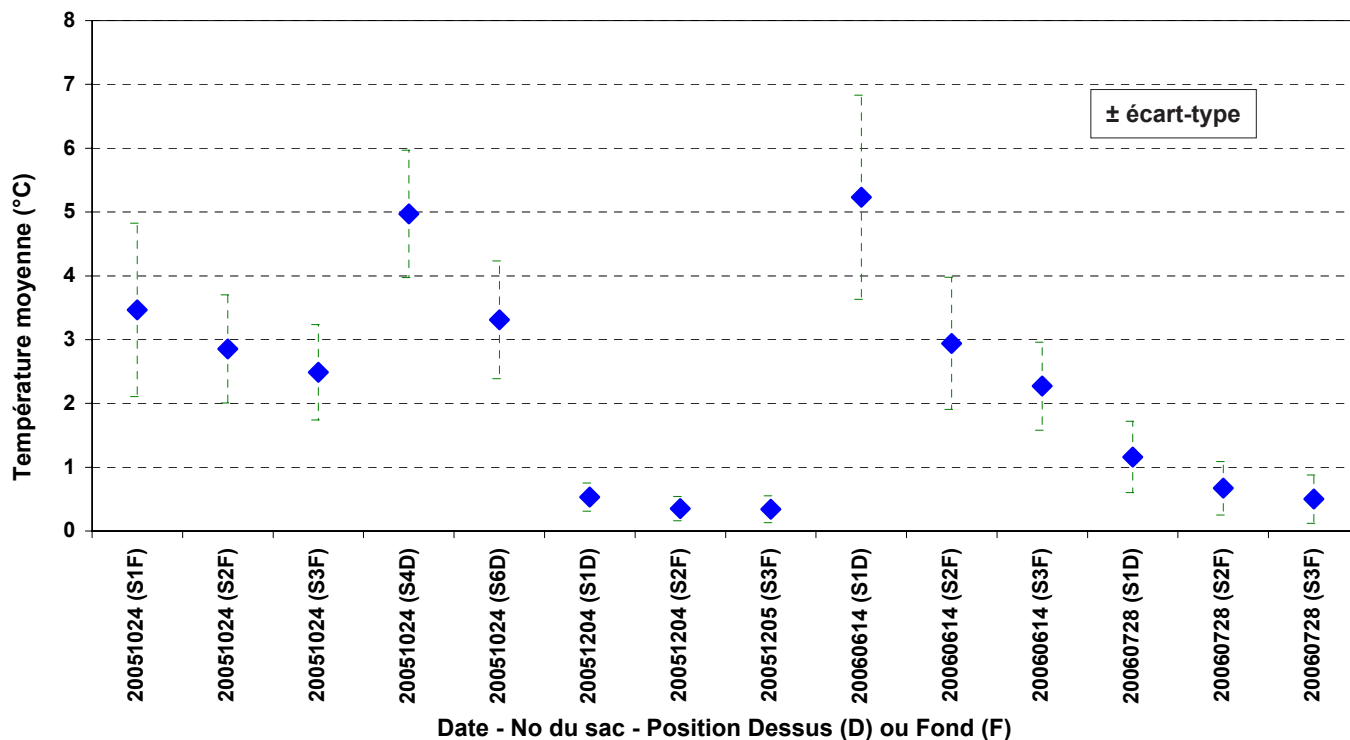


Figure 14. Température à cœur des moules mesurées chez les grossistes entre le 24 octobre 2005 et le 28 juillet 2006.

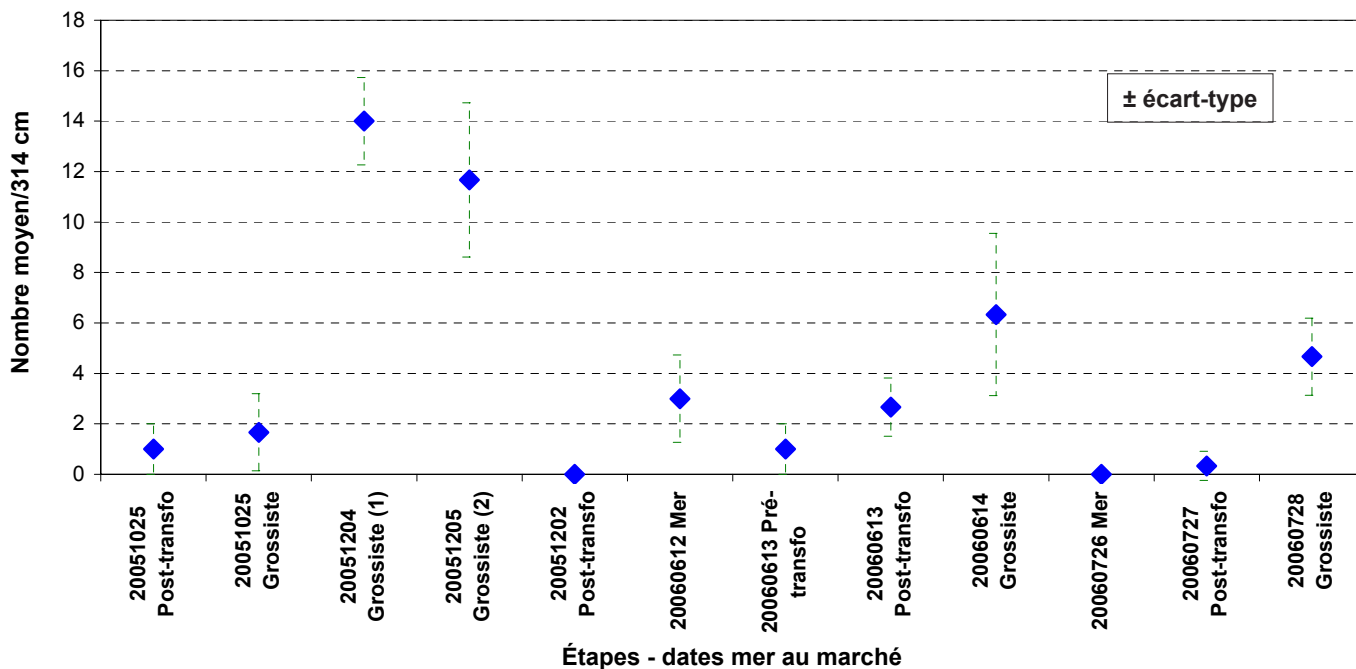


Figure 15. Comparaison du nombre standardisé de moules baillantes par saison et par étape du processus de mise en marché.

les commentaires des participants de la chaîne de valeur près des marchés et nos propres observations indépendantes (données non publiées) ont montré qu'à l'automne, historiquement la plus importante saison de mise en marché des moules de la Gaspésie depuis 2003, les taux de bâillement étaient variables et parfois plus forts que chez les moules de la concurrence. C'est d'ailleurs à l'automne que l'entreposage humide est davantage en opération à Rivière-au-Renard.

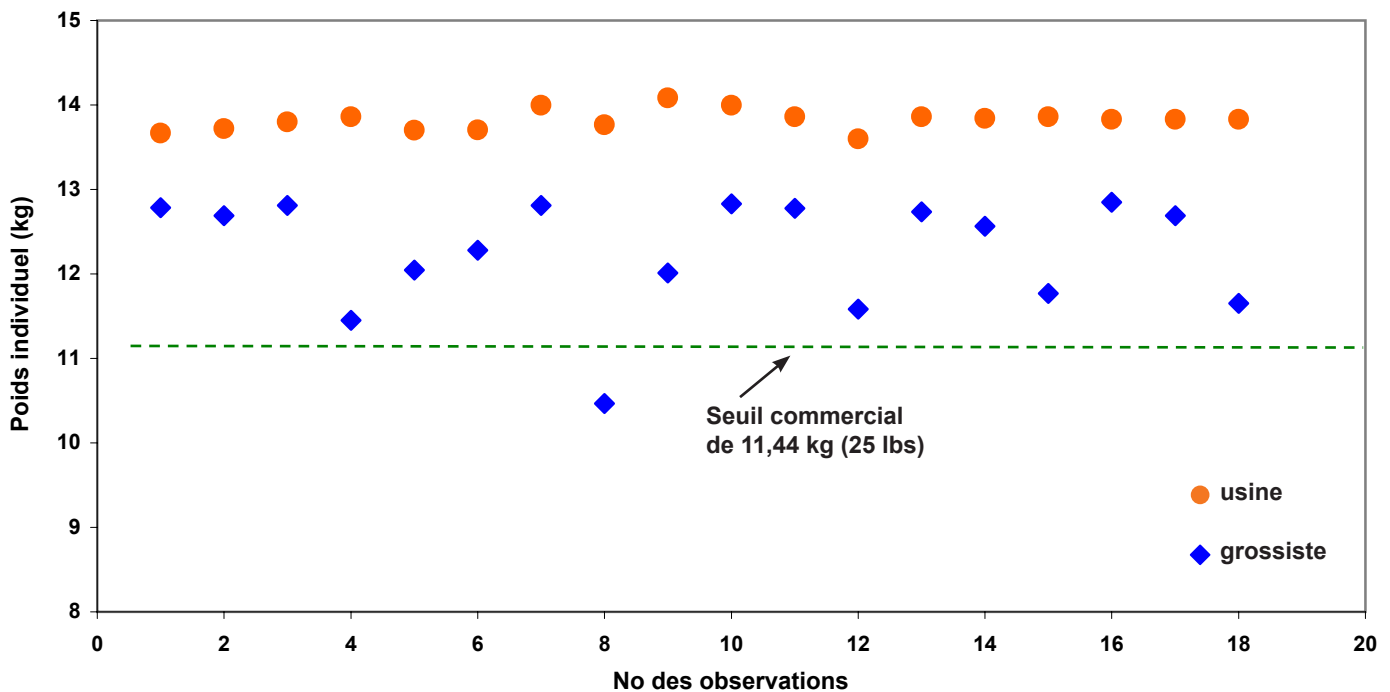


Figure 16. Estimation de la perte de poids des sacs entre leur préparation à l'usine et l'échantillonnage chez les grossistes.

### 3.7 Perte de poids dans les sacs

L'un des critères importants aux yeux des grossistes est le respect des poids annoncés sur les sacs de moules. De même, cette perte de poids peut être un indice de la perte en eau des moules par leur bâillement.

Nous avons mesuré la différence entre les poids à l'emballage des sacs à l'usine et celui à la réception chez le grossiste. Les observations ont été réalisées sur 18 sacs au cours des quatre visites chez les grossistes entre octobre 2005 et juillet 2006 (figure 16).

Le poids moyen des sacs préparés à l'usine était de 13,8 kg alors que le poids nominal est de 11,4 kg. Il est donc question d'un surpoids moyen de 2,4 kg (5,2 livres). Chez les grossistes, le poids moyen était descendu à quelque 12,3 kg. En fin de course, un seul des sacs était nettement sous la barre des 11,4 kg alors que quatre frôlaient cette valeur.

### 3.8 Bris de moules, traces de ponte et odeurs nauséabondes

Une observation attentive n'a pas permis de déceler des problèmes comme des bris de coquilles, des traces de ponte ou des odeurs nauséabondes durant tous les échantillonnages et ce, malgré que les interventions aient eu lieu à des moments critiques. Aucune donnée concrète n'a donc été recueillie sur ces problèmes anticipés en fonction des expériences difficiles vécues par les entreprises dans les deux premières années d'opération et d'approvisionnement de Les Pêcheries de Rivière-au-Renard Inc.

## 4. Discussion

### 4.1 Conditions environnementales sur les sites d'élevage

Les conditions hydrographiques observées sur les sites d'élevage de la baie de Gaspé et de la baie de Cascapédia à chaque moment d'échantillonnage sont représentatives de celles habituellement observées dans ces secteurs (Moreau *et al.* 2006).

Ainsi, la température de l'eau aux profondeurs des lignes d'élevage a varié entre un minimum de 3,7 °C au début du mois de décembre 2005 jusqu'à un maximum de 15,0 °C en été. Aux mêmes dates, la température de l'air mesurée sur le pont des embarcations mytilicoles a varié de 3,0 à un maximum de 31,0 °C degrés sur l'heure du midi d'une journée estivale ensoleillée dans la baie de Cascapédia. Dans ce dernier cas, on doit nécessairement parler d'un surplus thermique potentiel de plus de 15,0 °C si les moules ne sont pas adéquatement glacées et protégées. En juin et en septembre, soit aux extrémités de la saison estivale, les écarts sont significatifs et peuvent atteindre 7 ou 8 voire 9 °C. En fait, c'est en octobre que les écarts entre la température de l'air et de l'eau aux sites d'élevage sont les moindres. Au cours des autres saisons, l'impact du réchauffement des terres se fait sentir et une gradation entre les températures de l'eau de surface à 1 m, jusqu'à 12 m sous la surface est typique de la thermocline observée dans le golfe du Saint-Laurent (Coulombe, 1983). Les moules peuvent donc subir un premier choc thermique après la remontée puisque ce sont des animaux poïkilothermes qui se conforment rapidement aux conditions externes comme le confirment les températures à cœur enregistrées à bord des bateaux.

Concernant la salinité, il y a peu à dire puisque celle-ci a varié dans des concentrations réputées acceptables pour les moules (Bayne *et al.*, 1976, Myrand et Richard, 1987). Un léger gradient croissant avec la profondeur a été perceptible, mais celui-ci était fragile et influençable, vraisemblablement lors de l'inversion des courants de marées dans la baie de Cascapédia et surtout dans celle de Gaspé, véritable entonnoir

géomorphologique. La salinité, contrairement à la température, n'a donc pas été un paramètre d'importance dans les différences de survie et de qualité des moules observées plus loin dans la chaîne de valorisation du produit vivant.

Les données sur la couverture nuageuse sont trop éparpillées pour déceler si celle-ci a eu une influence significative sur le réchauffement de l'air lors des mesures prises à bord des embarcations mytilicoles.

#### 4.2 Efficience des opérations de postrécolte en mer

Les observations réalisées montrent que l'efficience des opérations en mer en 2005 et en 2006 était variable et pouvait induire une augmentation de la durée d'exposition des moules aux conditions environnementales adverses. En effet, le taux de fonctionnement des dégrappeuses-trieuses, instrument commun à toutes les embarcations, variait du simple au double pour les deux embarcations évaluées. Cette variabilité se traduisait également dans la durée de remplissage des sacs de minoterie ou des bacs isothermes d'un volume de 1 000 L. Cette durée était en moyenne de 22 minutes avec des valeurs extrêmes de 4 et de 82 minutes. D'ailleurs, la durée des sorties en mer était liée à ce temps de remplissage puisqu'elle s'échelonnait entre 4 et 9 heures. Cette durée était aussi partiellement influencée par le volume de moules commandé par l'usine.

Il est apparu que le repérage des lignes de production adéquates pour couvrir les besoins de la récolte était un maillon faible des opérations puisqu'il y avait des pertes de temps lors de leur localisation. Une fois qu'une ligne était localisée, la remontée indiquait visuellement si le rendement était correct pour décider de débiter la récolte. De là, il y avait souvent un nouveau délai causé par le déplacement de l'embarcation vers l'extrémité de la ligne maîtresse pour amorcer l'opération de récolte. Parfois, l'équipage commençait le travail à l'emplacement initial et ne semblait pas noter systématiquement ce fait : il arrivait de temps à autre que la récolte soit interrompue prématurément faute de moules puisque cette partie de la filière d'élevage avait déjà été vidée lors d'une sortie antérieure.

Un autre facteur important qui explique la variabilité décrite est la manutention à bord des moules dégrappées-triées. En effet, certaines des embarcations devaient utiliser les bacs de manutention de 45 kg en raison de la conformation de la ligne de traitement à bord. Enfin, la fiabilité des équipements était une autre cause de nombreux départs-arrêts dans la séquence de récolte.

Toutefois, une des plateformes de récolte (équipage et embarcation) était très performante au point qu'un sac de minoterie de 1 000 L a été rempli entre 5 et 10 minutes après la mise en route de la dégrappeuse-trieuse.

Un aspect fondamental de l'organisation du travail à bord mérite qu'on s'y attarde : le soin porté au glaçage des moules puisque la bonne conservation du produit en dépend. Tôt au printemps 2005, il avait été observé que les pratiques de glaçage laissaient à désirer dans la baie de Cascapédia. À la suite des représentations du CTPA auprès des mytiliculteurs, ceux-ci se sont engagés, après juin 2005, à être plus systématiques à cet égard. Ainsi, la glace a été employée à tous les voyages observés, exception faite de la sortie de décembre

2005 où le mytiliculteur avait jugé cette opération superflue compte tenu de la fraîcheur de l'eau et de l'air.

En 2006, une réduction du volume de la glace avait été observée dans les sacs de minoterie ou les bacs isothermes même si les températures maximales de l'air ambiant étaient de 21 et de 31 °C. Le volume de glace embarqué était parfois restreint au point que plus de la moitié des bacs récoltés en juin 2006 n'avaient pas été glacés. Il faut également dire que le volume à récolter avait été revu à la hausse alors que le mytiliculteur était déjà rendu au large. De même, en 2006, la glace n'était appliquée qu'en surface alors qu'en 2005, deux, voire même trois couches de glace étaient réparties équitablement sur la hauteur du contenant.

Ces faits ont été exposés à l'industrie, en même temps qu'une recommandation de doter le quai de Carleton-sur-mer d'un équipement de production de glace. Le but pour les mytiliculteurs était de s'affranchir de leur dépendance à l'endroit de l'usine de Rivière-au-Renard tout en produisant une glace de meilleure qualité. À ce jour, cette recommandation ne s'est pas matérialisée même si la glace est l'élément clé dans le maintien de la chaîne de froid (Struthers et Couturier, 2003).

On vient de voir que les conditions d'opération en mer ainsi que les conditions de manutention des moules ne sont pas optimales et qu'elles ne sont surtout pas constantes. La mesure de la température à l'intérieur des contenants de moules de même que la température à cœur de ces dernières ainsi que les taux de moules bâillantes sont des moyens directs pour mesurer l'impact des pratiques de l'industrie sur la durée de conservation et la qualité des moules.

#### 4.3 La chaîne de froid en mer : impacts

En mer, la baisse de température des moules s'amorce rapidement si la quantité de glace est suffisante et si celle-ci est bien répartie dans les contenants. Le 3 octobre 2005, dans la baie de Cascapédia, une glace en quantité insuffisante (tableau 6) et de mauvaise qualité a été employée, ce qui a entraîné une hausse de la température des contenants avec celle de la température ambiante qui augmentait avec le réchauffement matinal. Par contre, pour toutes les autres sorties en mer où la qualité du glaçage était meilleure, le processus de refroidissement du contenant s'est amorcé rapidement et a montré une efficacité réelle puisque des variations de température supérieures à -10 °C ont été mesurables (figures 5 à 11). Malgré toutes ces précautions, à l'exception du 24 octobre où la température de l'air était initialement fraîche, le coefficient de refroidissement de la glace n'était pas suffisant pour abaisser la température sous le seuil idéal des 4 °C, avant le retour à terre. Cette température de 4 °C est visée puisque les processus enzymatiques et anaérobiques sont suffisamment ralentis pour réduire le stress et la détérioration du produit (pour revue : Coulombe *et al.*, 2008; Bourgeois *et al.*, 2008).

Ces observations sont renforcées par les données de 2006 où la déficience du glaçage s'est traduite par des températures des contenants utilisés à bord qui sont d'environ 9 °C en juin et de plus de 18 °C à la fin de juillet pendant que les bateaux sont au large. Aussi, l'utilisation de sacs de minoterie pour emmagasiner temporairement les moules en mer, bien que pratique au plan de la manutention, n'aide pas à maintenir les moules aux frais pour les durées de sortie en mer que nous avons mesurées. Un sac fait d'une toile isolante, si ce type d'accessoire

existe, pourrait être un compromis adéquat compte tenu de l'espace restreint sur le pont des barges mytilicoles.

L'examen de l'évolution saisonnière de la température à cœur des moules à bord des embarcations mytilicoles montre clairement le lien entre la température ambiante de l'air et de l'eau à 1 m sous la surface (tableau 7) et celle des moules après le passage dans les dégrappeuses-trieuses des différents mytiliculteurs (figure 12). À la fin du printemps, de l'été ou au début de l'automne, les températures à cœur sont aux alentours de 15 °C, parfois un peu plus fraîche le matin qu'à l'apogée du soleil, le midi. En été, les moules sont encore plus chaudes, à 20 °C, voire plus. C'est donc dire qu'à ces périodes, le glaçage des moules est primordial. Il en va de même en décembre où en conditions atmosphériques préhivernales, les moules sont tout de même au dessus du seuil névralgique visé de 4 °C.

En dépit de ces conditions variables, le nombre de moules bâillantes était faible et souvent nul à cette étape comme le montrent nos observations faites en mer en juin et en juillet 2006 (figure 16) alors que la température de l'air et de l'eau sont élevées. Les moules sont bien acclimatées dans l'eau et répondent adéquatement à l'émersion en fermant leur coquille, du moins durant l'opération de dégrappage-triage en mer, celle-ci étant relativement courte dans la séquence des opérations postrécoltes.

Le glaçage systématique apparaît comme un préalable absolu, le plus tôt possible, pour assurer un soin adéquat aux moules, notamment pour réduire le stress associé à l'émersion de longue durée (Uglov, 1997).

#### **4.4 La chaîne de froid pendant le transport à l'usine : impacts**

Après le transfert dans le camion réfrigéré en attente au quai de Carleton, on peut noter que la température baisse peu sur la route. En parallèle, la température ambiante dans l'enceinte du camion chute rapidement à des valeurs qui voisinent le point de congélation sauf après la sortie du 3 octobre 2005, où la température de l'enregistreur placé dans la remorque est restée au-dessus de 25 °C après qu'elle ait atteint un sommet inexplicable de 33 °C sur le quai. Cependant, la température dans les bacs ne semble pas sérieusement affectée par ces variations. Ceci est prévisible puisqu'à quai, si ce n'est pas déjà fait en mer, les moules sont transférées dans des bacs isothermes, généralement reglacés en surface avant qu'on en referme le couvercle. Une fois glacés et chargés dans le camion, les bacs isothermes prémunissent les moules des fluctuations dues aux conditions ambiantes. La décroissance de la température dans le bac est généralement lente pendant le transport jusqu'à l'usine, depuis Carleton, qui dure de trois à quatre heures, en moyenne.

Par ailleurs, les systèmes de refroidissement des camions du groupe RT, entreprise responsable du transport des moules durant la période d'observation de ce projet, sont conçus pour conserver des denrées périssables inertes jusque sous le point de congélation. L'utilisation de bacs isothermes ou d'une autre forme d'isolant pour transporter les moules en vrac est obligatoire afin de ne pas les exposer à des baisses de température néfastes.

Étant donné que la durée du transport est de 30 à 45 minutes entre le quai de Gaspé et Rivière-au-Renard, on s'attend à

ce que la température des contenants varie peu; c'est ce que confirment les données présentées aux figures 6 et 8, relatives aux sorties du 15 septembre et du 24 octobre 2005.

#### **4.5 La chaîne de froid durant l'entreposage à sec à l'usine : impacts**

Bien que l'entreprise Les Pêcheries de Rivière-au-Renard inc. soit équipée pour faire de l'entreposage humide, la norme en 2005 et en 2006 était l'entreposage à sec dans l'aire de réception. La seule exception est survenue en décembre 2005 où l'entreprise accumulait des moules en contention pour soutenir les opérations jusqu'au début de janvier 2006.

Généralement les moules arrivaient de Carleton-sur-mer ou de Gaspé, en fin d'après-midi ou en soirée. Les bacs étaient alors reglacés en surface.

La température ambiante qui régnait dans l'aire de réception à l'usine était conforme à celle qui prévalait à l'extérieur à une saison donnée puisque cette aire n'est pas chauffée continuellement. Une seule exception a été enregistrée par le thermographe accroché à l'extérieur d'un des bacs, soit pendant la nuit du 25 octobre 2005 avec des températures qui voisinent le point de congélation. Les bacs de moules ont vraisemblablement passé la nuit dehors. Cependant, tel qu'expliqué plus haut, la température externe n'influence pas celle observée à l'intérieur des bacs isothermes.

De plus, malgré le glaçage de surface à leur arrivée à l'usine, la température dans les bacs isothermes entreposés à sec ne décroît que très lentement, souvent de moins de 2 °C, durant cette période. La température avait même augmenté le 3 juin 2005. Ce fait démontre que cette opération a peu d'effet, de haut en bas, sur le refroidissement du bac. Un glaçage multicouche en mer est préférable pour faire décroître la température vers ou sous les 4 °C alors que les glaçages ultérieurs, à quai comme à l'aire de réception, pourraient servir à maintenir la chaîne de froid.

Les données de température à cœur moyenne des moules prélevées à divers niveaux dans les bacs entreposés à sec montrent d'abord qu'il y a un net gradient thermique entre les moules de surface et celles du fond (figure 17). Les premières sont nettement plus fraîches que les secondes alors que les moules du milieu ont une température intermédiaire qui se rapproche davantage de celle des moules du fond. Ces données confirment l'efficacité du glaçage de surface à refroidir les moules à proximité tout en démontrant que l'effet de pénétration en profondeur est négligeable.

Sur le plan de l'évolution saisonnière, on constate que la température des moules du fond, les moins influencées par le glaçage, suit bel et bien les tendances saisonnières induites par les conditions ambiantes dès la récolte sur le bateau.

En somme, l'impact réfrigérant des contenants isothermes durant le transport et l'entreposage à sec est relativement négligeable. La procédure actuelle nécessite que le refroidissement des moules soit réalisé en mer pour que leur température interne atteigne le seuil souhaitable de 4 °C.

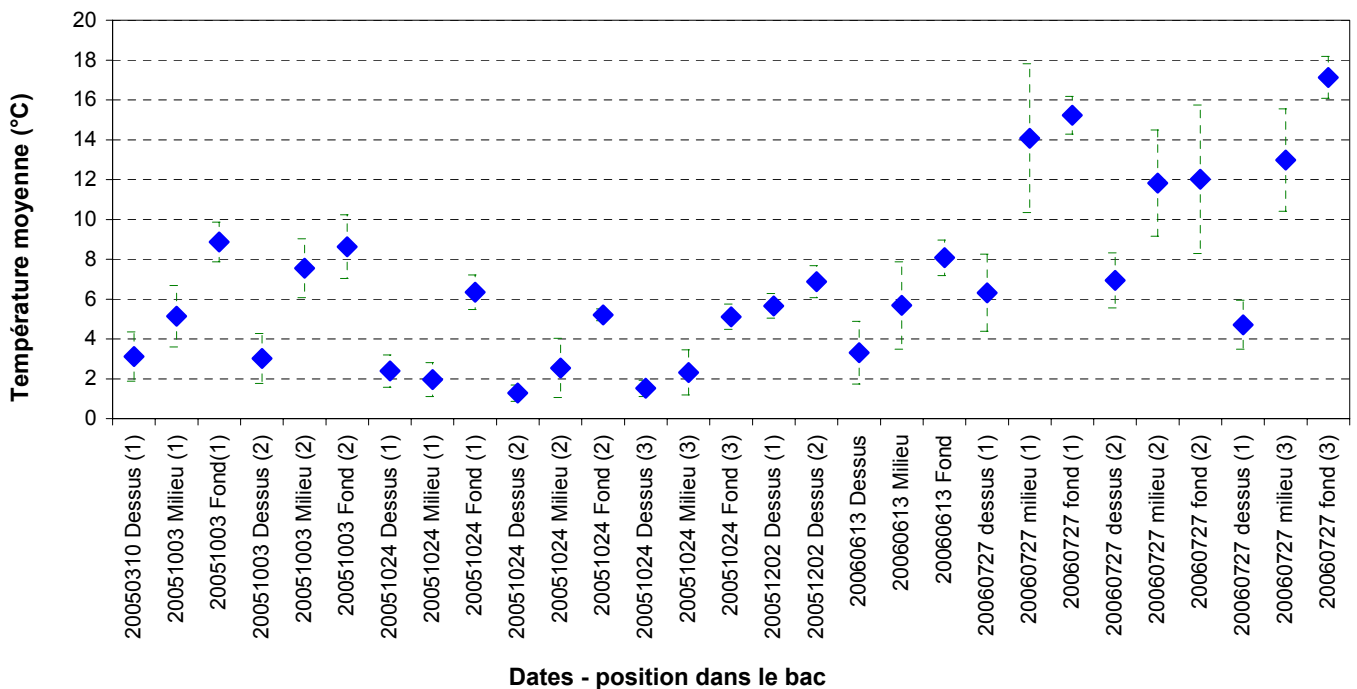


Figure 17. Température à cœur moyenne des moules entreposées à sec selon leur position verticale (D = dessus; M = Milieu; F = Fond).

#### 4.6 L'étape de transformation : impacts sur le produit

Durant les quatre visites où cette étape a été examinée à l'usine, on a observé que la température des contenants subissait une hausse plus ou moins importante. À ce moment, les thermographes étaient exposés à la température ambiante au gré des opérations entre la salle de réception et la salle de traitement du produit. Ces données montrent que le produit peut être exposé à de telles variations de température pour de courtes périodes.

Au moment du passage dans la ligne de traitement du produit, la température des moules était davantage influencée par celle de l'eau de mer circulant à travers les systèmes en opération (trémie, dégrappeuse-trieuse, débysseuse). Cependant, la durée d'exposition des moules à ces conditions variables est relativement courte - 25 minutes en moyenne - si le fonctionnement de la ligne est normal.

À la fin de cette opération, les moules sont ensachées en sacs-filets de 25 livres ou, moins souvent, de 2 livres et sont placées dans des boîtes cartonnées de 500 ou 50 livres. Les sacs sont glacés généreusement. Les boîtes sont entreposées en chambre froide où la température ambiante se situe près du point de congélation. Dès ce moment, un processus de refroidissement du contenant s'amorce. La température doit descendre de 6 à 10 degrés. En été, celui-ci dure parfois cinq à sept heures, à un rythme moyen de moins un degré par heure, avant que le contenant n'atteigne une température souhaitable de 4 °C ou moins. En fait, cette dernière se stabilisera souvent lors du transport routier vers les marchés.

#### 4.7 Transport routier vers les grossistes-distributeurs

Après le chargement en camion, les contenants de moules ont été exposés à des températures ambiantes habituellement sous le point de congélation. Il faut comprendre que les camions transportent diverses denrées congelées en sus des boîtes de moules. Toutefois, les températures enregistrées par les thermographes insérés dans la glace tournaient autour du point de congélation.

Les températures à cœur des moules mesurées au moment de l'ouverture des boîtes chez les divers grossistes ont confirmé que celles-ci n'ont pas souffert du gel. Cette situation s'explique par le fait que la grande quantité de glace utilisée dans les boîtes autour des sacs de moules a agi comme un isolant. Comme les boîtes de moules sont transportées avec des denrées qui nécessitent la congélation, les pratiques de glaçage des sacs de moules sont adéquates. Le jour où il sera possible de transporter un chargement uniquement composé de boîtes de moules, il faudra étudier la possibilité de réduire la quantité de glace utilisée au transport et à l'entreposage chez les grossistes. La glace est un intrant dont les coûts ne sont pas négligeables et il faut donc l'utiliser de manière optimale.

De plus, le surpoids de 2,5 kg des moules transformées, ajouté à l'emballage et le glaçage abondant des moules avaient permis de compacter celles-ci de sorte que la perte d'eau était acceptable. Le poids final des sacs chez le grossiste respectait et dépassait presque constamment la valeur nominale minimale de 11,4 kg (25 livres). Il faudrait évaluer si un ajustement à la baisse du poids initial de moules dans les sacs serait techniquement faisable. Les volumes de moules ainsi sauvés pourraient servir à fabriquer des sacs supplémentaires. Les revenus cumulés sur une année de production pourraient être appréciables. Un échantillonnage des sacs de la concurrence serait un moyen approprié d'établir une cible raisonnable.

Les ajustements ainsi apportés pourraient également permettre de maximiser la charge relative de moules transportées vers les marchés d'où des profits supplémentaires.

## 5. Conclusion

Cette analyse systémique de la chaîne d'opérations post-récolte de la moule bleue de la Gaspésie afin d'évaluer leur incidence potentielle sur la qualité du produit sur les marchés a permis de constater qu'une part majeure de la variation observée sur les moules rendues à destination pourrait se jouer en mer. Cependant, certaines pratiques à l'usine et durant le transport jusque sur les marchés mériteraient des améliorations susceptibles d'augmenter la durée de conservation des moules et aussi d'entraîner des économies appréciables.

En mer, le repérage de lignes de production adéquates pour couvrir le besoin de la récolte était un maillon faible des opérations puisqu'il y avait des pertes de temps à la localisation. Ces dernières se traduisent par des dépenses supplémentaires en salaires pour les employés et en fuel pour les embarcations. Bref, le coût unitaire des moules récoltées s'accroît dès cette opération de base. En terme de qualité, l'impact apparaît négligeable.

Les moules subissent un premier choc thermique après la remontée puisque ce sont des animaux poïkilothermes qui se conforment rapidement aux conditions externes comme le confirment les températures à cœur enregistrées à bord des bateaux. Il convient de réduire rapidement la température interne des moules à leur sortie de l'eau afin d'abaisser leur métabolisme donc réduire les stress afin d'améliorer leur durée de conservation pour un obtenir un produit davantage apprécié sur les marchés.

L'opération de dégrappage-triage des moules à bord des embarcations est unique à la Gaspésie et son efficacité est variable d'une embarcation à l'autre. Dans le cas de l'embarcation qui utilise systématiquement le sac de minoterie à la sortie de la dégrappeuse-trieuse, cette technologie ne s'est pas avérée problématique en termes de performance de récolte. Cela montre qu'il y a des possibilités d'optimisation pour les autres embarcations. Il faut viser à réduire le temps entre la sortie des moules de l'eau et leur entreposage à bord dans des contenants dans lesquels le refroidissement s'amorcera immédiatement de façon à amener la température interne des moules sous le seuil névralgique de 4 °C. L'utilisation de bacs isothermes ou d'une autre forme de contenants isolés pour transporter les moules en vrac est obligatoire afin de ne pas les exposer à des abus thermiques.

L'utilisation d'un système de récolte par venturi adapté aux diverses embarcations pourrait être une solution pour réduire le temps de récolte de celles-ci. Éventuellement, les mytiliculteurs pourraient carrément escamoter le dégrappage-triage pour ne se contenter que d'un lavage primaire des moules à bord suivi de l'entreposage en contenants adéquats avec des moules bien glacées.

Le nombre de moules bâillantes était faible et souvent nul lors des opérations en mer, comme le démontrent nos observations faites en juin et juillet 2006. Ce n'est donc pas à ce moment que l'effet de conditions adverses est notable puisque ce phénomène apparaît, s'il y a lieu, chez les moules observées chez les grossistes.

Incidentement, l'utilisation judicieuse de la glace à bord est l'élément-clé. La glace a été employée à tous les voyages observés durant cette analyse systémique, exception faite d'une sortie en décembre 2005. Ce n'est pas tant la fréquence du glaçage qui est problématique que sa disposition dans les contenants facilitée par une glace de qualité. Par qualité, on entend une glace fraîche peu compacte qui s'étend bien sur les moules.

Le volume de glace et sa disposition multicouche tel que pratiqués par les mytiliculteurs en 2005 ont entraîné un refroidissement des moules plus adéquat qu'en 2006. Il est recommandé que ceux-ci s'en tiennent à ces pratiques même si elles apparaissent plus exigeantes au plan opérationnel car cette étape s'avère déterminante pour la suite des actions. C'est à ce moment que les moules sont exposées aux conditions ambiantes les plus sévères pour des périodes assez longues.

Le recours à un sac fait d'une toile isolante, si cet accessoire existe, pourrait être un compromis adéquat compte tenu de l'espace restreint sur le pont des barges mytilicoles. La manipulation des bacs isothermes y est généralement problématique.

À l'heure actuelle, le degré de refroidissement des moules en mer est sous optimal et permet rarement d'atteindre le seuil de 4 °C au débarquement. On voit aussi que les ajouts de glace au quai et à l'usine lors de l'entreposage à sec ont peu d'effet sur la température qui règne dans les bacs isothermes. Cette situation se reflète dans les moules où l'ajout de glace en surface des bacs à l'usine contribue à refroidir les moules de la couche supérieure sans toutefois affecter celle des individus des couches sous-jacentes notamment les moules du fond dont le patron de température à cœur est davantage conforme aux conditions qui régnaient lors de la mise en bac sur le bateau ou à quai.

Au moment de la transformation des moules, leur température interne subit une nouvelle hausse, de plus courte durée cette fois. Les pratiques de glaçage à l'usine permettent de ramener la température ambiante des contenants et des moules sous le seuil de 4 °C. Le mode de glaçage des sacs et des boîtes à l'usine assure même la protection des moules lors de leur transport vers les marchés.

Des ajustements sur les quantités de glace dans les boîtes transport de même qu'une optimisation des poids de moules semble possible afin de réduire le coût des intrants et celui du transport.

Cette étude s'est déroulée en 2005 et 2006 et certaines des conclusions et des recommandations ont été appliquées depuis par l'industrie. De plus, les formes d'emballage de moules vivantes ont évolué depuis ce temps demandant à l'industrie de s'ajuster à de nouvelles pratiques.

Un fait demeure soit l'obligation de maintenir la chaîne de froid lors des opérations de post-récolte jusqu'aux marchés de détail. On a observé également que la qualité du produit était acceptable. Le problème de baïllement des moules vivantes de la Gaspésie n'apparaît pas aussi criant qu'entre 2003 et 2005 même si les pratiques de conservation sont constamment améliorables.

Une option intéressante serait d'intégrer un hydrocooler (Coulombe *et al.* 2007) à la fin de l'étape de transformation, par exemple, juste avant l'emballage, de sorte que les moules se referment sur une eau de qualité, froide et bien oxygénée

(Gauthier-Clerc *et al.* 2009). Le bâillement pourrait être ainsi réduit d'où une meilleure apparence et une durée limite de conservation améliorée par rapport à la concurrence. Cet équipement est très répandu dans les centres de traitement des autres régions productrices.

## Recommandations

Cette étude de même que notre connaissance des opérations post-récolte acquises au fil des ans sans compter les pratiques observées dans d'autres régions productrices ont permis d'établir une liste d'une trentaine de recommandations transmises à l'industrie lors de la campagne de commercialisation tenue à l'automne 2007. Ces recommandations restent encore valables et sont données dans les lignes suivantes.

Recommandations pratiques à l'industrie pour le maintien de la qualité du produit vivant dans le cadre de la campagne de commercialisation de la moule fraîche du Québec sur le marché intérieur.

### En mer

1. Le mytiliculteur doit s'entendre au préalable avec le transformateur sur la nature du produit livrable : moules brutes, moules strippées, moules dégrappées-triées.
2. Le mytiliculteur devra récolter des moules de taille commerciale âgées d'au plus 30 mois. La grande majorité des moules ainsi récoltées devront avoir entre 55 et 65 mm. Un écart de 10 % apparaît tolérable
3. Selon les volumes de moules répondant à cette caractéristique et disponibles chez chacun des fournisseurs, le plan global de récolte (provenance et période) devra être prévu en conséquence.
4. Ceci étant écrit, il est recommandé de ne pas trier les moules en mer de sorte à accroître les débits de récolte à chaque sortie. Un « dégrappage grossier » serait suffisant pour laver les moules. L'étape de tri devrait se faire à l'usine, sous abri.
5. Utiliser des bacs isothermes pour entreposer les moules à bord des bateaux et les transporter du site de débarquement jusqu'à l'usine.
6. Tous les contenants d'entreposage et de transport doivent être propres et répondre aux exigences HACCP
7. Les contenants doivent être fabriqués de matériaux compatibles avec des applications alimentaires
8. Les contenants doivent être disposés à bord des bateaux ou des camions de sorte que les dangers de contamination des moules soient nuls
9. Les bacs d'entreposage ne doivent pas contenir plus de 90 cm d'épaisseur de matériel (moules + glace)
10. Le mytiliculteur doit réserver un espace d'au moins 5 cm entre le contenu du bac et son couvercle
11. Les lots renfermant plus de 5 % de moules ouvertes et plus de 10 % de coquilles vides ou brisées doivent être laissés de côté. Le mytiliculteur devra se diriger vers une nouvelle portion de filière ou changer carrément de filière.
12. Les moules affichant des signes de ponte ou des odeurs nauséabondes ne doivent pas être récoltées. Ces indices doivent être consignés et le plan de récolte ajusté en

conséquence.

13. Le glaçage des moules dégrappées à bord des barges mytilicoles, par un membre d'équipage, est obligatoire en toute saison afin de standardiser les conditions de traitement des moules.

14. Dans le cadre de la campagne de promotion automnale, le glaçage a pour but de réduire à moins de 3 degrés centigrades (PCCSM), les écarts de température moyenne des moules récoltées sur les sites d'élevage et aux diverses étapes du procédé.

15. La glace utilisée doit être fraîche afin d'éviter son compactage avant et pendant l'usage favorisant ainsi une répartition plus aisée dans les contenants.

16. Le rapport de glace et de moules en volume doit être de 1 :3

17. En bacs isothermes, la glace doit être répandue en trois couches de glace de 10 cm d'épaisseur équidistantes (écart de  $\pm 30$  cm), avec celle du niveau supérieur recouvrant l'ensemble des moules.

18. Tous les bacs isothermes doivent être clairement étiquetés, selon des instructions préalablement définies, de sorte à connaître l'origine des lots ainsi que la date de récolte ou tout autre paramètre jugé important pour améliorer la traçabilité du produit.

19. S'il y a récolte pendant l'hiver, les moules doivent être « strippées » et placées directement, le plus rapidement possible à l'abri, dans des bacs isothermes. Le couvercle doit être fermé pendant les arrêts de récolte et à la fin du remplissage.

### À l'usine

20. À leur arrivée à l'usine, les bacs de moules doivent être inspectés et ces dernières glacées à nouveau en surface si elles sont entreposées à sec. Sinon, elles devront être transférées dans la salle d'entreposage humide.

21. Les débits d'eau de mer et l'aération devront respecter les règles de l'art et être calculés pour que la concentration d'oxygène à la sortie d'un bac donné soit supérieure à 60 % de saturation.

22. La durée d'entreposage ne devrait jamais dépasser 7 jours après la date de réception.

23. La transformation de la moule se fera de façon habituelle et l'attention habituelle devra être accordée au glaçage des moules.

24. La glace devra entourer les sacs de moules sur toute leur surface.

25. Lorsqu'un contenant de moules est rempli, il devra être étiqueté pour maintenir la traçabilité des lots.

26. Les contenants de moules seront transférés en chambre froide jusqu'à l'expédition.

27. Le parcours des camions de transport devra être planifié de sorte à réduire les délais vers les marchés.

28. Les registres complétés en mer devront être acheminés au centre de traitement et conservés avec les registres de production de l'entreprise.

## Grossistes et détaillants

29. Le personnel à l'emploi des grossistes et des grandes chaînes devra être informé au besoin des soins spécifiques à donner aux moules fraîches québécoises.

## 6. Bibliographie

- a. Bayne, B.L., R.J. Thompson et J. Widdows. 1976. Physiology : I. pp.121-206. In *Marine mussels their ecology and physiology*. International biological programme : 10. B.L. Bayne [Ed.] Cambridge University Press.
- b. Bélanger, F. et L. Cauvier. 2007. Trousse d'initiation à la mariculture. Regroupement des mariculteurs du Québec. 20 fiches assemblées en cahier.
- c. Bourgeois, M. F. Bourque et F. Coulombe. 2008. Contention de longue durée de moules aux Îles-de-la-Madeleine. MAPAQ, DIT. Rapport de R-D n° 161. 24 p.
- d. Castro, G. 2005. Guide de démarrage d'une entreprise maricole. Édition 2005. comité sectoriel de la main d'œuvre en pêches maritimes (CSMOPM) et société de développement de l'industrie maricole (SODIM). 291 p. +annexes.
- e. Cauvier, L. 2006. Guide sur la transformation de la moule bleue. Format PDF. 24 pp. <http://www.pechesmaritimes.org/industrie/biblio.aspx#3>
- f. Coulombe, F. 1983. Écologie et distribution d'une population de crabe des neiges, *Chionoecetes opilio*, dans le sud-ouest du golfe du Saint-Laurent (Baie des Chaleurs). Mémoire de maîtrise de l'UQAR. 123 p. + annexes
- g. Coulombe, F., J. Paradis et M. Crousset. 2003. Appui à l'implantation d'un centre de traitement de la moule d'élevage dans les locaux de Les Pêcheries de Rivière-au-Renard inc. Comptes rendus non publiés.
- h. Coulombe, F., J. Paradis et N. Coulombe. 2005. Mitigation potentielle du problème de bâillement « excessif » des moules d'élevage de la Gaspésie par escamotage du dégrappage-triage sur les barges mytilicoles à l'automne 2004. données non publiées.
- i. Coulombe, F., J. Paradis et M. Tremblay. 2007. Évaluation préliminaire du potentiel de réduction du bâillement des moules d'élevage de la Gaspésie par de l'eau de mer réfrigérée. MAPAQ-DIT. Document de recherche, 2007-02. 22 p.
- j. Coulombe, F. M. Tremblay, A. Samuel, J. Paradis et N. Coulombe. 2008 Analyse systémique des pratiques de l'industrie mytilicole gaspésienne en 2005-06: du marché à la mer. 2008. Présentation orale au Rendez-vous maricole 2008 tenu à Québec du 22 au 23 avril 2008.
- k. Cyr Couturier, comm. pers. Aquaculture Specialist & Chair Aquaculture Programmes. Centre for Aquaculture & Seafood Development. Memorial University, St-John's, Newfoundland.
- l. Deschamps, M.H., M. Roussy, S. Belvin, D. Smith et F. Tétreault. 2003. Implantation d'unité de dépuraison de courte durée des moules de la baie de Gaspé. MAPAQ-Pêcheries-DIT- Doc. Rech. 2003-09. 120 p.
- m. Gauthier-Clerc, S., M. Fréchette, F. Coulombe et R. Tremblay. 2009. Analyse des besoins métaboliques de *Mytilus* spp pouvant causer le bâillement. PCRDA-SODIM. Communication personnelle.
- n. Girault, L. et K. Berger. 2005. Analyse de la distribution des espèces *Mytilus edulis* et *Mytilus trossulus* dans des échantillons de moules de la Gaspésie prélevés après transformation. Programme de développement et de structuration de la transformation pour l'industrie mytilicole (D-STRIM) : Phase I. Centre collégial de transfert de technologie des pêches. Grande-Rivière.
- o. Janody, R. 2002. Restructuration de la commercialisation de la moule du Québec. Société de développement de l'industrie maricole du Québec. , 62 pages
- p. Lafleur, P.E. 1985. Élevage expérimental du saumon atlantique et de l'omble de fontaine dans la baie de Gaspé. MAPAQ, DRST, doc. Recherche. 1985/18 pp.
- q. Moreau, V., R. Tremblay et B. Thomas. 2006. Distribution de *Mytilus edulis* et de *Mytilus trossulus* dans les régions maritimes de l'Est du Québec et des Maritimes entre 1999 et 2001. MAPAQ, DIT, Rapport de recherche-développement n°153, 13 p.
- r. Morissette, S. mytiliculteur, comm. pers. Directeur général Moules Cascapédia et Moules Forillon. Rivière-au-Renard, P.Q.
- s. Myrand, B. et J. Richard, 1987. La moule bleue. Conseil des productions animales du Québec. Gouvernement du Québec. 31 p.
- t. SEAFISH, 1997. Bivalve molluscs. Guideline for the facilities and equipment required for handling bivalve molluscs from harvesting through to distribution to retail outlets. 12 sections + annexes.
- u. Struthers, A. et C. Couturier. 2003 . Quality Assurance and Standards for the Newfoundland Mussel Industry: Final technical report. Marine institute, Centre for Aquaculture & Seafood Development. 40 p.
- v. Tétreault, F. MS 2005. Rapport des opérations post-récolte du printemps 2004 et évaluation de l'impact de l'entreposage humide sur la durée de conservation des moules en conditions printanières. Société de développement de l'industrie maricole. 31 p. + annexes.
- w. Uglow, R.F. 1997. Maintaining the intrinsic quality of live-marketed shellfish by supplying their physiological needs. Pp. 167-171. In *Proceeding from Marketing and shipping live aquatic products*, 96. Seattle, USA, October 13-15.

## Remerciements

Merci à Robert Vaillancourt et à Sylvain Lafrance de la SODIM pour leur relecture attentive du document.

Les auteurs remercient également chaleureusement le personnel des entreprises suivantes, qui ont collaboré pendant deux ans à la bonne marche de cette étude :

- Les mytiliculteurs sur longues lignes d'élevage de moules : Moules Cascapédia, Moules Forillon, Moules Réjean Allard, Moules de Gaspé;
- Groupe RT, Division « Transport »;
- L'usine MenuMer;
- Les grossistes Les Distributions Arnaud Inc., Les Pêcheries Norref Inc. et Fruit de mer Somerled;
- Le Supermarché GP de Rimouski.

## Annexe 1. Exemple d'un formulaire descriptif d'évaluation des opérations de récolte et de leur durée

Feuille de route

Date	JJ/MM/AAAA
Mytiliculteur (firme)	Moules ...
Secteur de récoltes	Baie de ...
Numéro de filière	xx
Identification de l'embarcation	Le bateau
Opérateur en charge	Capitaine Haddock
Nombre de membres d'équipage	4
Nombre d'observateurs à bord	2
Auditeur	Michel Tremblay

	Filière 1	Filière 2	Filière 3	Filière 4	Filière 5
N° de filière	23A	25B	32A		
Opérations	Heure				
Embarquement (matériel et personnel)	5,45				
Départ du quai	6,20				
Arrivée sur le site de récolte	7,00				
Installation du set-up					
Accrochage de la filière	7,02	7,16	9,41		
Début de la remontée de la filière					
Fin de la remontée de la première filière					
Accrochage de la filière (Star wheel)	7,05	7,18			
Déplacement au début de la filière	7,05	7,19	9,44		
Préparatifs à l'opération de strippage	Filière	7,24	9,42		
Début du strippage et du dégrappage		7,40	9,42		
Fin de la filière	7,12	9,06	13,51		
Pause					
Déplacement à une autre filière		9,36			
Fin de la récolte			13,52		
Départ du site			13,55		
Arrivée au quai			14,40		
Début du déchargement			14,44		
Fin du déchargement			15,00		
Transport à l'usine			15,05		



