



**SODIM**  
Société de développement de l'industrie maricole inc.

*Programme d'amélioration des pratiques  
mytilicoles – Phase 3*

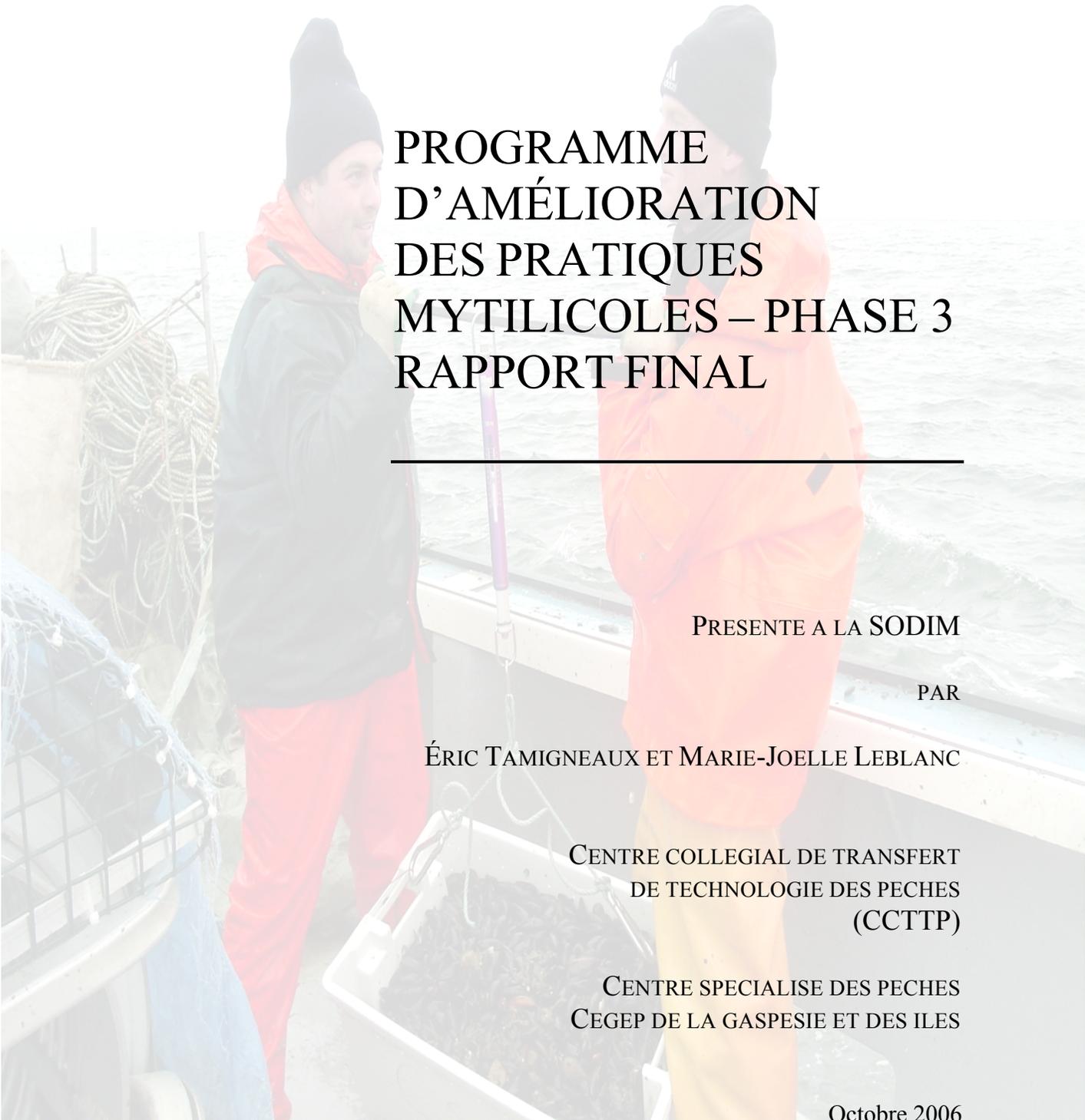
*Rapport final*

---

*Dossier n° 710.1*

*Rapport commandité par la SODIM*

*Octobre 2006*



PROGRAMME  
D'AMÉLIORATION  
DES PRATIQUES  
MYTILICOLES – PHASE 3  
RAPPORT FINAL

---

PRESENTE A LA SODIM

PAR

ÉRIC TAMIGNEAUX ET MARIE-JOELLE LEBLANC

CENTRE COLLEGIAL DE TRANSFERT  
DE TECHNOLOGIE DES PECHES  
(CCTTP)

CENTRE SPECIALISE DES PECHES  
CEGEP DE LA GASPESIE ET DES ILES

Octobre 2006

## RÉSUMÉ

Au Québec, la culture de la moule est une jeune industrie. Les mytiliculteurs ont récemment adopté la technologie du boudinage en continu originaire de Nouvelle-Zélande. Cependant, cette technologie a besoin d'être ajustée au climat océanographique particulièrement rude du Québec et, au début, les rendements à la récolte ont diminué à 0,3 kg net /pied tandis que les rendements obtenus avec la méthode manuelle traditionnelle étaient de 1,3 kg net/pied. Un programme de R&D a donc été mis sur pied pour résoudre ces difficultés et augmenter les rendements.

La première phase du programme a permis de comparer l'efficacité et le coût des différentes cordes de culture disponibles sur le marché. Il est apparu que les différences de rendement à la récolte étaient minimes et plus influencées par le décrochage au moment de la récolte d'automne que par le type de corde-substrat. Les cordes usagées en polypropylène se sont révélées avoir le meilleur rapport efficacité-prix.

La seconde phase du programme a permis d'évaluer l'impact de trois techniques de boudinage et de trois densités de boudinage différentes sur le rendement final à la récolte. Les techniques testées étaient la mise en boudin manuelle traditionnelle, la technique de boudinage mécanisé néo-zélandaise hybride et la technique de boudinage mécanisé espagnole. Les densités de boudinage testées étaient de 150, 250 et 350 moules par pied de boudin. Les résultats des expériences indiquent que, pour la même densité de boudinage, les trois techniques de boudinage donnent des résultats comparables. Par contre, pour chacune des trois méthodes de boudinage testées, les rendements bruts et net ainsi que le rendement en chair à la récolte sont plus élevés lorsque la densité initiale de boudinage est de 350 indiv./pied. Par ailleurs, l'intensité de la fixation secondaire était plus élevée sur les boudins de faible densité (150 indiv./pied). Pour réduire les salissures et la fixation secondaire des moules il est également conseillé de faire des boudins ayant une densité uniforme et dépourvus de déchets (salissures, coquilles vides ou brisées). Du point de vue économique, les résultats indiquent que la valeur des moules commerciales récoltées augmente proportionnellement à la quantité de naissain utilisée. Ainsi, le rapport entre le coût du naissain utilisé et la valeur finale des moules récoltées est assez constant et se maintient entre 15 et 18 %. Les mytiliculteurs auraient donc avantage à boudiner à des densités égales ou supérieures à 350 indiv./pied.

Finalement, dans la troisième étape l'impact des températures estivales élevées sur les opérations de boudinage a été examiné. Les producteurs de moule considèrent que le boudinage devrait être évité durant l'été, tandis que l'hiver, c'est la glace dérivante qui empêche les opérations. Cela les oblige à concentrer leurs opérations de boudinage et de récolte au printemps et en automne. Ceci a été évalué en boudinant différentes classes de taille de naissain à des intervalles de deux semaines entre juin et août 2003. Les résultats montrent que le rendement net à la récolte est plus faible lorsque le boudinage du naissain de 24-36 mm a lieu après la mi-juillet. Pour cette catégorie de naissain, le rendement net moyen passe de plus de 7 kg/m à moins de 3 kg/m entre juin et août. À l'inverse, la date de boudinage n'a pas d'influence sur le rendement des boudins faits avec du naissain de 12-24 mm, les rendements nets moyens étant toujours au dessus de 4,5 kg/mètre. Ainsi, s'il souhaite prolonger la période de mise en boudin en été tout en conservant des rendements nets supérieurs à 4,5 kg/m, le producteur peut, jusqu'à la mi-juillet, utiliser tout le naissain disponible (12-24 mm et 24-36 mm) ou sélectionner la catégorie de naissain 24-36 mm pour obtenir des rendements plus élevés. Par contre, après la mi-juillet, le producteur devrait utiliser seulement la catégorie de naissain 12-24 mm.

## TABLE DES MATIÈRES

RÉSUMÉ	2
LISTE DES TABLEAUX	4
LISTE DES FIGURES	6
1. INTRODUCTION	8
2. LE PROGRAMME	10
2.1 La phase III	10
2.2 Les hypothèses testées dans la phase III	12
3. MATÉRIEL ET MÉTHODES	13
3.1 Site expérimental	13
3.2 Variables environnementales	13
3.3 Caractéristiques du naissain utilisé	13
3.4 Boudinage des moules	15
3.5 Répartition des lots expérimentaux sur les filières	17
3.6 Mesures de rendement à la récolte	17
3.7 Analyses de laboratoire	18
3.8 Analyses statistiques	19
4. RÉSULTATS	22
4.1 Conditions environnementales	22
4.2 Disponibilité des classes de taille de naissain	24
4.3 Caractéristiques du naissain	25
4.4 Rendements brut	28
4.5 Rendements net	30
4.6 Nombre de moules de taille commerciale	32
4.7 Rendements en chair	33
4.8 Comparaison des échantillons prélevés à différentes hauteurs sur les boudins	38
4.8.1 Rendements bruts	38
4.8.2 Rendements nets	41
4.8.3 Nombre de moules de taille commerciales	42
4.8.4 Quantité de fixation secondaire	43
5. DISCUSSION	47
5.1. Disponibilité et qualité du naissain	47
5.2. Indicateurs de rendements vs date de mise en boudin	47
5.3. Rendements vs hauteur des échantillons	48
6. RECOMMANDATIONS	49
7. BIBLIOGRAPHIE	50
8. CRÉDITS	50

## LISTE DES TABLEAUX

- Tableau 1.** Design expérimental de la phase III.
- Tableau 2.** Paramètres initiaux et finaux de la phase III.
- Tableau 3.** Résultats des mesure de densité de moules sur les échantillons prélevés au moment de la confection des boudins expérimentaux, en été 2003. N.D. : non déterminé.
- Tableau 4.** Les différents paramètres mesurés à la récolte des moules de la phase III.
- Tableau 5.** Évolution de la taille moyenne (mm) du naissain utilisé pour les traitements expérimentaux. Les valeurs entre parenthèses correspondent à l'écart-type (n = 25).
- Tableau 6.** Évolution du rendement en chair (%) moyen du naissain utilisé pour les traitements expérimentaux. Les valeurs entre parenthèses sont l'écart-type (n = 27).
- Tableau 7.** Poids brut moyen, poids net moyen et nombre moyen de moules commerciales au moment de la récolte sur les lots expérimentaux remplis avec la catégorie de naissain 12-24 mm. Les valeurs entre parenthèses correspondent à l'écart-type. ND : non disponible.
- Tableau 8.** Poids brut moyen, poids net moyen et nombre moyen de moules commerciales au moment de la récolte sur les lots expérimentaux remplis avec la catégorie de naissain 24-36 mm. Les valeurs entre parenthèses correspondent à l'écart-type.
- Tableau 9.** Résultats des analyses de variance sur les rendements bruts à la récolte, calculés pour les boudins remplis de naissain 24-36 mm.
- Tableau 10.** Résultats des analyses de variance sur les rendements nets à la récolte, calculés pour les boudins remplis de naissain 24-36 mm.
- Tableau 11.** Résultats des analyses de variance sur le nombre de moules de taille commerciale par mètre, à la récolte, calculés pour les boudins remplis de naissain 24-36 mm.
- Tableau 12.** Valeurs minimum et maximum du poids individuel humide total (coquille + chair vive), du poids de chair cuite, du poids de la coquille et du rendement en chair mesurés au moment de la récolte sur les lots expérimentaux remplis avec la catégorie de naissain 12-24 mm et 24-36 mm.
- Tableau 13.** Valeurs moyenne du poids individuel humide total, du poids de chair cuite, du poids de la coquille vide et du rendement en chair mesurés au moment de la récolte sur les lots expérimentaux remplis avec la catégorie de naissain 12-24 mm. Les mesures ont été réalisées sur des échantillons de 25 moules. Les valeurs entre parenthèses correspondent à l'écart-type. ND : non disponible.
- Tableau 14.** Valeurs moyenne du poids individuel humide total, du poids de chair cuite, du poids de la coquille vide et du rendement en chair mesurés au moment de la récolte sur les lots expérimentaux remplis avec la catégorie de naissain 24-36 mm. Les mesures ont été réalisées sur des échantillons de 25 moules. Les valeurs entre parenthèses correspondent à l'écart-type.
- Tableau 15.** Résultats des analyses de variance sur les rendements en chair scientifiques, calculés pour les boudins remplis de naissain 12-24 mm.
- Tableau 16.** Résultats des analyses de variance sur les rendements en chair commerciaux, calculés pour les boudins remplis de naissain 24-36 mm.

- Tableau 17.** Valeurs minimum et maximum du rendement brut mesurées à différentes hauteurs, au moment de la récolte, sur les lots expérimentaux remplis avec la catégorie de naissain 12-24 mm et 24-36 mm
- Tableau 18.** Valeurs moyenne du poids brut par pied, du poids net par pied et du nombre de moules de taille commerciale par pied mesurés à différentes hauteurs au moment de la récolte sur les lots expérimentaux remplis avec la catégorie de naissain 12-24 mm. Les valeurs entre parenthèses correspondent à l'écart-type.
- Tableau 19.** Valeurs moyenne du poids brut par pied, du poids net par pied et du nombre de moules de taille commerciale par pied mesurés à différentes hauteurs au moment de la récolte sur les lots expérimentaux remplis avec la catégorie de naissain 24-36 mm. Les valeurs entre parenthèses correspondent à l'écart-type.
- Tableau 20.** Valeurs minimum et maximum du rendement net mesurées à différentes hauteurs, au moment de la récolte, sur les lots expérimentaux remplis avec la catégorie de naissain 12-24 mm et 24-36 mm.
- Tableau 21.** Valeurs minimum et maximum du nombre de moules commerciales par pied mesurées à différentes hauteurs, au moment de la récolte, sur les lots expérimentaux remplis avec la catégorie de naissain 12-24 mm et 24-36 mm
- Tableau 22.** Valeurs minimum et maximum du nombre de moules < 25 mm mesurées à différentes hauteurs, au moment de la récolte, sur les lots expérimentaux remplis avec la catégorie de naissain 12-24 mm et 24-36 mm
- Tableau 23.** Valeurs moyenne du nombre de moules < 25 mm par pied mesurés à différentes hauteurs au moment de la récolte sur les lots expérimentaux remplis avec la catégorie de naissain 12-24 mm et la catégorie de naissain 24-36 mm. Les valeurs entre parenthèses correspondent à l'écart-type.
- Tableau 24.** Résultats des analyses de variance sur les rendements en chair scientifiques, calculés pour les boudins remplis de naissain 12-24 mm.
- Tableau 25.** Résultats des analyses de variance sur les rendements en chair scientifiques, calculés pour les boudins remplis de naissain 24-36 mm.

## LISTE DES FIGURES

- Figure 1.** Emplacement du site expérimental, sur le site de mytiliculture de l'entreprise Les Moules Cascapédia Ltée, dans la baie de Cascapédia, au fond de la baie des Chaleurs. Les profondeurs sont indiquées en brasses (G. Lapointes, MAPAQ).
- Figure 2.** A) Disposition générale et code d'identification des filières de la phase III. B) Détail de la répartition des lots par filière.
- Figure 3.** Température de la surface de l'eau et température de l'air mesurées au moment du boudinage des lots expérimentaux de la phase III.
- Figure 4.** Salinité de la surface de l'eau mesurée au moment du boudinage des lots expérimentaux de la phase III.
- Figure 5.** Température de l'eau enregistrée en continu à 10 mètres de profondeur, dans la baie de Cascapédia, entre juin et septembre 2003.
- Figure 6.** Quantité de naissain disponible à chacune des six périodes de boudinage, entre juin et août 2003, dans les trois catégories de taille sélectionnées : 12-24 mm, 24-36 mm et 36+ mm.
- Figure 7.** Distribution des longueurs de moules mesurée sur des échantillons de naissain sortant de la trieuse, dans chacune des trois catégories de taille sélectionnées : 12-24 mm, 24-36 mm et 36+ mm.
- Figure 8.** Taille moyenne des individus dans les trois catégories de taille de naissain de moule fournies par la trieuse à chacune des six périodes de boudinage, entre juin et août 2003 (n = 25).
- Figure 9.** Évolution du rendement en chair moyen dans les trois catégories de taille de naissain de moule fournies par la trieuse (n = 25).
- Figure 10.** Comparaison des boudins remplis initialement de naissain de 12-24 mm et 24-36 mm, à six dates différentes, entre juin et août 2003. Résultats des mesures de rendement brut, de rendement net et du nombre de moules de taille commerciale au moment de la récolte.
- Figure 11.** Résultats de l'analyse de variance. Moyenne des moindres carrés pour le poids brut des moules mesuré au moment de la récolte dans les traitements expérimentaux correspondants aux six dates de mise en boudin. A : 6 juin 2003; B : 2 juillet 2003; C : 14 juillet 2003; D : 29 juillet 2003; E : 25 août 2003.
- Figure 12.** Résultats de l'analyse de variance. Moyenne des moindres carrés pour le poids net des moules mesuré au moment de la récolte dans les traitements expérimentaux correspondants aux six dates de mise en boudin. A : 6 juin 2003; B : 2 juillet 2003; C : 14 juillet 2003; D : 29 juillet 2003; E : 25 août 2003.
- Figure 13.** Comparaison des boudins remplis initialement de naissain de 12-24 mm et 24-36 mm, à six dates différentes, entre juin et août 2003. Résultats des mesures de poids humide total, poids de chair cuite, poids de la coquille vide et de rendement en chair au moment de la récolte (n = 25).
- Figure 14.** Résultats de l'analyse de variance. Moyenne des moindres carrés pour le rendement en chair scientifique au moment de la récolte en fonction de la date de mise en boudin. A : 6 juin 2003; B : 2 juillet 2003; C : 14 juillet 2003; D : 29 juillet 2003; E : 25 août 2003.

- Figure 15.** Résultats de l'analyse de variance. Moyenne des moindres carrés pour le rendement en chair commercial au moment de la récolte en fonction de la date de mise en boudin. A : 6 juin 2003; B : 2 juillet 2003; C : 14 juillet 2003; D : 29 juillet 2003; E : 25 août 2003.
- Figure 16.** Comparaison du rendement brut, du rendement net et du nombre de moules de taille commerciale par pied mesurés au moment de la récolte, à différentes hauteurs sur les boudins, sur les lots expérimentaux remplis avec les catégories de naissain 12-24 mm et 24-36 mm.
- Figure 17.** Résultats de l'analyse de variance. Moyenne des moindres carrés pour le rendement brut au moment de la récolte en fonction de la hauteur de l'échantillon par rapport à la filière
- Figure 18.** Résultats de l'analyse de variance. Moyenne des moindres carrés pour le rendement net au moment de la récolte en fonction de la hauteur de l'échantillon par rapport à la filière.
- Figure 19.** Résultats de l'analyse de variance. Moyenne des moindres carrés pour le nombre de moules de taille commerciale par pied de boudin, au moment de la récolte, en fonction de la hauteur de l'échantillon par rapport à la filière.
- Figure 20.** Poids des moules <25 mm (fixation secondaire) , au moment de la récolte, en fonction de la hauteur de l'échantillon par rapport à la filière.
- Figure 21.** Résultats de l'analyse de variance. Moyenne des moindres carrés pour le nombre de moules < 25 mm (fixation secondaire) par pied de boudin, au moment de la récolte, en fonction de la hauteur de l'échantillon par rapport à la filière. Noter que, pour respecter les conditions d'application de l'ANOVA, les valeurs du poids de la fixation secondaire pour la catégorie 24-36 mm ont été transformées en logarithme naturel.

## 1. INTRODUCTION

Les régions maritimes du Québec disposent d'un énorme potentiel de développement en mariculture. L'élevage de la moule y est prédominant et vit actuellement un second souffle. De fait, notre industrie est fermement déterminée à prendre la place qui lui revient au sein de la mytiliculture de l'Est du Canada. D'ailleurs, les différents paliers du gouvernement en ont fait un axe important de développement économique des régions côtières, et différentes politiques ont été mises de l'avant afin de permettre l'évolution de ce nouveau type d'activité. Sur ce point, le plan directeur du Réseau Pêche et Aquiculture Québec fixe un objectif ambitieux à la mariculture québécoise : une production annuelle de 2 500 tonnes de mollusques (moules et pétoncles, principalement) d'ici 2004 (MAPAQ, octobre 2000). Au Québec, la conchyliculture affiche, depuis les dernières années, des performances croissantes s'appuyant surtout sur une production industrielle de la moule. La production conchylicole québécoise a été de l'ordre de 100 tonnes en 1998 alors que celle-ci devrait atteindre 1 400 tonnes en 2003 (MAPAQ, novembre 2002) et une large portion de cette production sera nécessairement issue de la mytiliculture.

Malgré les possibilités de croissance de l'industrie mytilicole, il reste que certains de nos producteurs sont confrontés à des problèmes techniques qui ont été identifiés comme pouvant nuire à la rentabilité et à la croissance de leurs entreprises. Quelques-uns de ces problèmes sont relatifs aux opérations de boudinage et au rendement obtenu pendant la croissance en suspension. De ce fait, ces entreprises ont manifesté récemment le besoin d'un soutien technique externe pour les aider à consolider leur production.

Différentes approches de boudinage sont utilisées dans le monde. Dans l'Est du Canada et au Québec, seules deux techniques de boudinage sont en usage. Il y a d'abord le boudinage traditionnel, ou boudinage discontinu, qui utilise des sections de filets tubulaires de 2 à 3 m de longueur, suspendus verticalement à la filière. Cette technique est utilisée en milieu protégé depuis une vingtaine d'années et est, de ce fait, assez bien maîtrisée. Elle a cependant le défaut d'être peu mécanisée et de demander beaucoup de temps et de main-d'œuvre. En outre, une bonne partie des opérations de boudinage se fait généralement à terre, ce qui entraîne des pertes de temps. La seconde technique utilisée au Canada est le boudinage en continu, avec une disposition des boudins en boucles, sous la filière de subsurface. Cette technique, importée de Nouvelle-Zélande, est assez nouvelle dans l'Est du Canada. Elle s'accompagne d'une mécanisation qui permet de réaliser toutes les opérations en mer, sur le bateau. Mal étudiée chez nous, elle nécessite encore des ajustements à nos conditions climatiques et à notre espèce de moule. Le boudinage en continu intéresse particulièrement les mytiliculteurs néo-écossais mais gagne aussi en popularité à Terre-Neuve, au Nouveau-Brunswick et au Québec.

En Gaspésie, quatre mytiliculteurs sur huit sont passés à la technique de boudinage en continu depuis 1997. La technique est prometteuse par son niveau de mécanisation. Elle augmente aussi la quantité de boudins par filière de 40 à 50% comparativement au boudinage traditionnel, les besoins en main-d'œuvre sont réduits et la quantité de boudins fabriqués par jour augmente.

Actuellement, une approche empirique personnelle a amené les producteurs de moules à favoriser diverses stratégies de boudinage qui sont comme suit :

- Les boudineuses sont conçues suivant le concept néo-zélandais et sont toutes fabriquées en Nouvelle-Écosse. Différents types de cordes (Fuzzy rope) et de filets de coton ont été utilisés pour faire ces opérations. Les boudins ont en général entre 4 à 5 mètres de hauteur pour une attache. De façon générale, le boudinage est fait à bord des bateaux et ceux-ci ne possèdent pas d'abri contre le vent, le soleil et la pluie.
- Les stratégies de boudinage varient : certains vont boudiner à l'automne avec du naissain collecté au printemps alors que d'autres boudinent en été avec des moules âgées d'un an. Le naissain peut être récupéré à la récolte et provenir de différentes cohortes correspondant aux fixations secondaires («second set») sur les boudins.
- Les densités de moules au boudinage ne sont pas non plus standardisées pour l'ensemble des producteurs. Certains vont travailler à des densités se situant entre 150 à 250 moules au pied alors que d'autres travailleront à des densités moindres autour de 100 à 120 moules au pied.

Après quelques années d'efforts, les résultats du boudinage mécanisé sont mitigés et ne rencontrent pas les rendements escomptés au Québec. La méthode du boudinage en continu est nouvelle partout au Canada, tout comme les équipements et les matériaux. De ce fait, les possibilités d'acquisition de connaissances via un transfert technologique en provenance d'une autre province sont limitées. Pour toutes ces raisons, il est essentiel d'essayer de maîtriser au Québec cette technique de plus en plus populaire auprès de nos mytiliculteurs et d'en minimiser les coûts. Il convient donc de travailler à ajuster les équipements et les techniques, afin de rendre cette méthode plus performante et plus rentable. C'est à partir de ce constat qu'a été amorcé en 2002 un programme d'amélioration des pratiques mytilicoles, par l'optimisation systématique des opérations de production. Son objectif est d'optimiser la méthode du boudinage mécanisé afin de la rendre rentable, opérationnelle et compétitive chez les mytiliculteurs gaspésiens.

## **2. LE PROGRAMME**

C'est à partir de ce constat qu'a été amorcé, en 2002, un programme d'amélioration des pratiques mytilicoles, par l'optimisation systématique des opérations de production. L'objectif de ce programme est d'optimiser la méthode du boudinage mécanisé afin de la rendre rentable, opérationnelle et compétitive chez les mytiliculteurs gaspésiens.

Le succès de ce programme aura nécessairement des retombées économiques rapides et concrètes pour les entreprises mytilicoles québécoises, puisque les équipements ont été ciblés pour répondre aux difficultés exprimées par l'industrie elle-même. Ces équipements devraient permettre aux mytiliculteurs d'affiner leurs techniques et leurs stratégies de production et d'améliorer ainsi leur rentabilité. Avec ce programme et les données scientifiques qui seront récoltées et analysées, les entreprises associées au programme pourront acquérir des informations vitales pour leurs activités d'élevage. Cet apport sera particulièrement le bienvenu dans la période actuelle qui est une phase critique de consolidation pour la plupart des entreprises du secteur.

Les activités de ce programme sont le fruit de la réflexion concertée d'un groupe de travail associant des producteurs, des ressources du MAPAQ et des conseillers techniques du Centre spécialisé des pêches. En rassemblant et en diversifiant les expertises, le groupe de travail est devenu un outil performant pour résoudre les problèmes identifiés, faire un suivi des rendements, assurer une veille technologique, diffuser l'information et faire du transfert technologique vers les entreprises. On doit également remarquer que les activités proposées dans le programme d'optimisation du boudinage mécanisé répondent à des objectifs identifiés comme étant des priorités 1 dans le plan d'action de la Société de développement de l'industrie maricole (SODIM).

Lors des phases I et II du programme, réalisées en 2002, l'impact de trois facteurs sur les rendements du boudinage mécanisé ont été étudiés, soit : le type de boudineuse employé, le type de support (cordage) employé et la densité des naissains de moule dans le boudin. Les rapports sur ces deux premières phases ont été respectivement déposés à la SODIM en juin 2004 et septembre 2006.

### **2.1 La phase III**

Les activités de la phase III du programme répondent aux priorités exprimées par les mytiliculteurs lors d'une rencontre du groupe de travail tenue à Grande-Rivière, le 5 mars 2003. Lors de cette rencontre, l'impact de la saison de boudinage sur le rendement des activités des entreprises est apparu comme une variable majeure, pouvant affecter l'organisation du travail. Il serait notamment très intéressant pour l'industrie de pouvoir boudiner le naissain au début de l'été, afin de mieux étaler les activités dans l'année. Certaines observations suggèrent cependant que le naissain récolté à cette période possède une faible capacité de fixation sur les supports. Les données disponibles dans la littérature sont non concluantes et il serait hasardeux de les extrapoler aux conditions spécifiques de la Gaspésie, surtout du point de vue quantitatif. Il apparaît donc essentiel

de connaître le potentiel réel du naissain pour le boudinage, selon sa saison de récolte, sa taille et son âge, ces trois facteurs étant évidemment reliés, afin de définir une stratégie de boudinage optimale pour les entreprises. Jusqu'à présent, dans la baie de Cascapédia, au printemps, les producteurs remplissent principalement les boudins avec du naissain de 24-36 mm (1 an) issu du captage du printemps précédent.

Dans la phase III du programme d'optimisation du boudinage mécanisé, il a donc été décidé d'effectuer une étude plus systématique du facteur « saison de boudinage du naissain ». La phase III visait à déterminer s'il peut s'avérer rentable de mener des opérations de boudinage mécanisé entre juin et août, c'est à dire en dehors des périodes intensives de récolte et de boudinage.

Six périodes de boudinage espacées de 15 jours ont été testées en 2003, soit une en juin, trois en juillet et deux en août. L'autre variable prise en compte a été la taille du naissain. À chaque date de boudinage, le naissain a été réparti en trois classes de taille qui ont été boudinées séparément. L'objectif était de distinguer les rendements pouvant être obtenus avec les individus plus ou moins performants (tête, corps et queue de lot) d'une même population. À chacune des dates de boudinage, trois réplicats ont été réalisés pour chaque classe de taille, du moins lorsque la quantité de naissain disponible était suffisante.

Les lots expérimentaux de la Phase III ont été mis en place toutes les deux semaines entre juin et août 2003 dans la baie de Cascapédia, sur le site de l'entreprise Moules Cascapédia (**Tableau 2**).

**Tableau 1.** Design expérimental de la phase III.

Technique de boudinage :	néo-zélandais hybride
Corde-substrat :	fuzzy rope noir
Traitements expérimentaux :	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 6 périodes de boudinage entre juin et août</li> <li>• 3 tailles de naissain</li> </ul>
Traitements de comparaison :	boudinage en juin avec du naissain de 24-36 mm
Réplication :	3 réplicats par lot expérimental
Disposition sur les filières:	Systématique, en alternance

***Les indicateurs de rendement considérés dans la présente étude sont les suivants :***

- (1) poids net de moules par pied de boudin au moment de la récolte;
- (2) nombre de moules de taille commerciale par pied de boudin au moment de la récolte;
- (3) rendement en chair des moules de taille commerciale au moment de la récolte.

***Les objectifs généraux de la phase III sont les suivants :***

- (1) déterminer si des opérations de boudinage mécanisé entre juin et août, c'est à dire en dehors des périodes intensives de récolte et de boudinage, permettent d'obtenir des rendements acceptables au moment de la récolte ;
- (2) déterminer, pour chaque période de boudinage testée, quelle est la quantité et la qualité du naissain disponible dans chacune des trois classes de taille considérées;
- (3) déterminer, pour chaque période de boudinage testée, quelle classe de taille de naissain donne les meilleurs rendements à la récolte .

**2.2 Les hypothèses testées dans la phase III**

Les hypothèse nulles testées par le protocole expérimental de la phase III sont les suivantes :

- (1) Pour chacun des trois indicateurs de rendement, il n'y a pas de différence significative entre les lots expérimentaux boudinés en juin et les lots boudinés plus tard dans l'été.
- (2) Pour chacun des trois indicateurs de rendement, il n'y a pas de différence significative entre les lots expérimentaux contenant du naissain de 24-36 mm et les lots expérimentaux contenant du naissain de 12-24 mm ou > 36 mm.
- (3) Aucune des combinaisons date de boudinage x taille du naissain ne montre de différence significative dans les valeurs des indicateurs de rendement entre les lots expérimentaux boudinés en juin avec du naissain 24-36 mm et les lots boudinés plus tard dans l'été.

### 3. MATÉRIEL ET MÉTHODES

#### 3.1 Site expérimental

Les différentes activités de la phase III ont été entièrement réalisées sur le site de mytiliculture de l'entreprise Les Moules Cascapédia Ltée, dans la baie de Cascapédia, en face de Maria (**Figure 1**). Ce site a une profondeur de 23 mètres et se trouve à 3 km de la ligne de côte. Le courant dominant est parallèle à la ligne de côte avec des vitesses moyennes entre 10 et 20 cm/s et des vitesses maximales de 400 cm/s. Les filières utilisées sont des filières flottantes et sub-flottantes. Ces filières sont disposées parallèlement à l'axe de la côte, dans l'axe du courant dominant. Les filières de captage et de croissance du naissain sont maintenues en surface, tandis que les filières de grossissement des moules en boudins sont maintenues à 10 mètres sous la surface.

Les six filières de croissance utilisées pour les boudins expérimentaux de la phase III avaient 200 m de long (140 m utiles, 190-200 clés) et étaient installées en série sur une seule ligne continue localisée au centre du site de Maria. Ces filières étaient orientées selon un axe sud-ouest / nord-est. Les trois premières filières sont au début de la ligne et les trois dernières sont à la fin de la ligne.

#### 3.2 Variables environnementales

Au moment des opérations de récolte du naissain et de mise en boudin, la température de l'air ainsi que la température et la salinité de l'eau (30 cm sous la surface) ont été mesurées à intervalles réguliers le long du bateau avec une sonde portable YSI 85-10. Nous avons également pu avoir accès aux enregistrements d'un thermographe HOBO placé à 10 m de la surface, sur une des filières de Moules Cascapédia (B. Thomas, MAPAQ, communication personnelle).

#### 3.3 Caractéristiques du naissain utilisé

Afin de normaliser l'âge du naissain avec le paramètre « date de boudinage », qui est la variable principale du projet, le naissain utilisé pour remplir les lots expérimentaux de la phase III provenait d'un seul lot de naissain issu de collecteurs immergés entre le 20 et le 30 juin 2002 sur le site de mytiliculture de l'entreprise Les Moules Cascapédia Ltée, dans la baie de Cascapédia (**Figure 1**).

Au moment de la récolte et du tri du naissain, des échantillons de moules ont été prélevés, après passage dans la trieuse, dans chaque classe de taille de naissain afin d'établir les caractéristiques du naissain utilisé. Ces échantillons ont été conservés dans des ziplocks identifiés jusqu'à la mesure, au laboratoire, de la longueur des moules et du rendement en chair.

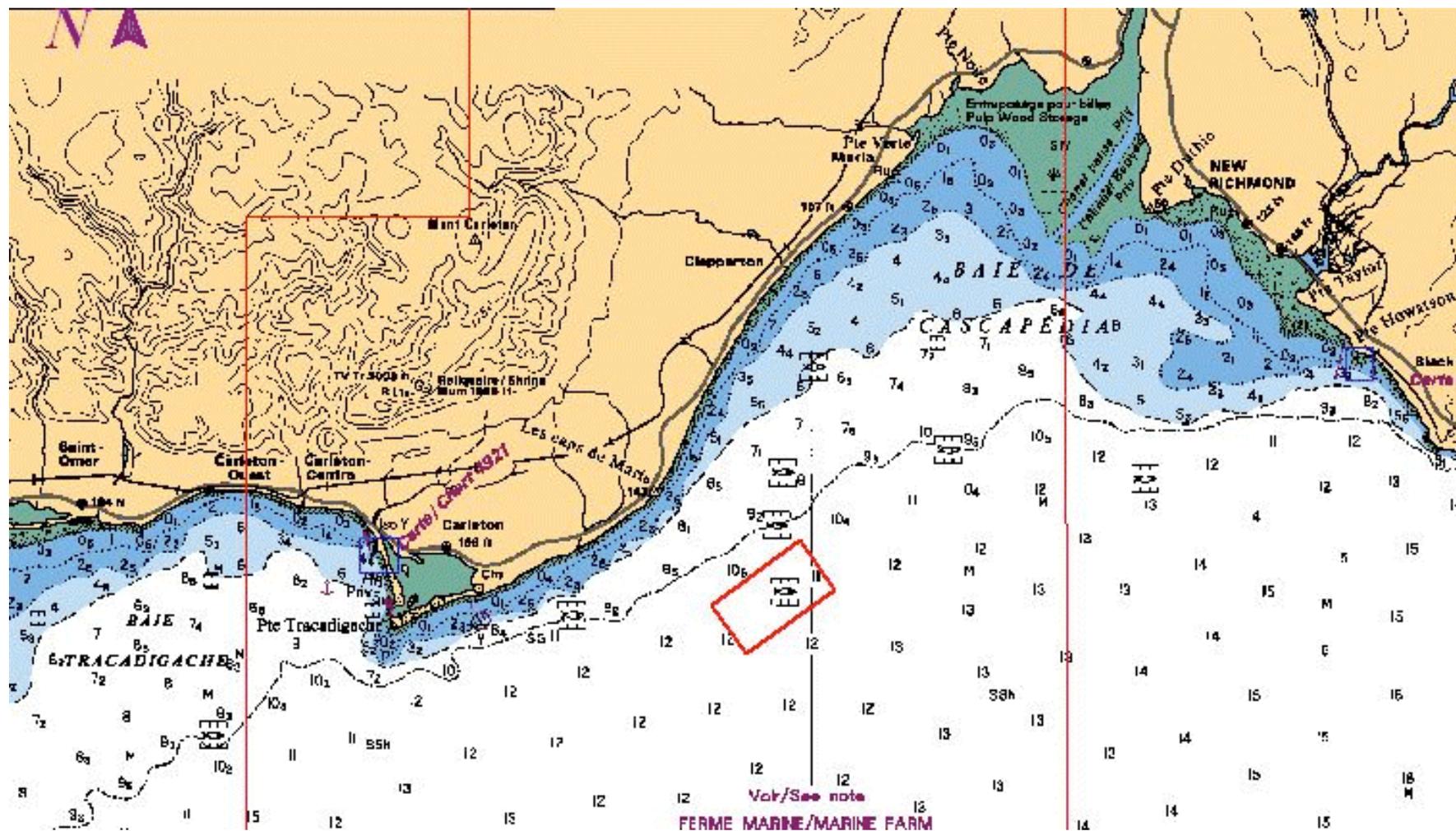


Figure 1. Emplacement du site expérimental, sur le site de mytiliculture de l'entreprise Les Moules Cascapédia Ltée, dans la baie de Cascapédia, au fond de la baie des Chaleurs. Les profondeurs sont indiquées en brasses (G. Lapointes, MAPAQ).

### 3.4 Boudinage des moules

Les moules ont été boudinées entre le 6 juin et le 25 août 2003 (**tableau 2**). À chacune des périodes de boudinage testées, le naissain a été séparé en trois classes de taille : 12-24 mm, 24-36 mm et >36 mm et chaque classe de taille a été boudinée séparément.

**Tableau 2.** Paramètres initiaux et finaux de la phase III.

Origine du naissain :	Baie de Cascapédia
Date de captage du naissain :	Printemps 2002
Taille du naissain utilisé :	12-24 mm 25-35 mm 36 mm <sup>+</sup>
Densité initiale de boudinage :	225 moules par pied
Date de mise en boudin :	6 juin, 2 juillet, 14 juillet, 29 juillet, 11 août, 25 août 2003
Date de récolte des boudins :	25 et 29 juin 2005

La technique de boudinage retenue pour tous les lots était la méthode hybride, qui utilise la machine néo-zélandaise couplée à une enrouleuse de ficelle de lin de type espagnol, le support des boudins étant constitué de « Fuzzy rope » noir. La densité visée était d'environ 225 moules au pied, soit la densité couramment utilisée par les mytiliculteurs.

Les boudins étaient suspendus sous la filière en pratiquant une alternance de grandes boucles (10 m longueur ; 5 m hauteur) et de petites boucles (1 m longueur, 0,5 m hauteur). Deux petites boucles consécutives étaient faites toutes les 11 clés pour installer la pesée de jambe. L'espacement entre deux attaches (dropper) était de 0,75 cm.

Au moment du boudinage, des échantillons de 30 cm de boudin ont été prélevés sur chacun des 3 répliqués de chaque classes de taille afin de valider les densités de départ (# moules au pied). La densité de boudinage dans les différents lots est présenté dans le **tableau 3**.

**Tableau 3.** Résultats des mesure de densité de moules sur les échantillons prélevés au moment de la confection des boudins expérimentaux, en été 2003. N.D. : non déterminé.

Date du boudinage	Filière	Taille	Densité initiale mesurée (moules/pied)	Date du boudinage	Filière	Taille	Densité initiale mesurée (moules/pied)
06-juin-03	MB 108	12-24 mm	170-242	29-juil-03	MB 101	12-24 mm	270-279
06-juin-03	MB 108	36 et plus	N.D.	29-juil-03	MB 101	36 et plus	145
06-juin-03	MB 108	24-36 mm	130-224	29-juil-03	MB 101	24-36 mm	183-213
06-juin-03	MB 109	12-24 mm	330	29-juil-03	MB 102	12-24 mm	129-238
06-juin-03	MB 109	36 et plus	N.D.	29-juil-03	MB 102	36 et plus	N.D.
06-juin-03	MB 109	24-36 mm	224	29-juil-03	MB 102	24-36 mm	194-207
06-juin-03	MB 110	12-24 mm	210-225	29-juil-03	MB 103	12-24 mm	305-188
06-juin-03	MB 110	36 et plus	N.D.	29-juil-03	MB 103	36 et plus	N.D.
06-juin-03	MB 110	24-36 mm	224	29-juil-03	MB 103	24-36 mm	271-216
02-juil-03	MB 108	24-36 mm	207-214	11-août	MB 101	24-36 mm	207-180
02-juil-03	MB 108	12-24 mm	270-250	11-août	MB 101	12-24 mm	289-227
02-juil-03	MB 108	36 et plus	N.D.	11-août	MB 101	36 et plus	N.D.
02-juil-03	MB 109	24-36 mm	162	11-août	MB 102	24-36 mm	181-200
02-juil-03	MB 109	12-24 mm	159-235	11-août	MB 102	12-24 mm	205-202
02-juil-03	MB 109	36 et plus	N.D.	11-août	MB 102	36 et plus	N.D.
02-juil-03	MB 110	24-36 mm	188-255	11-août	MB 103	24-36 mm	216-295
02-juil-03	MB 110	12-24 mm	205-260	11-août	MB 103	12-24 mm	449-221
02-juil-03	MB 110	36 et plus	N.D.	11-août	MB 103	36 et plus	221
14-juil-03	MB 108	36 et plus	N.D.	25-août	MB 101	36 et plus	N.D.
14-juil-03	MB 108	24-36 mm	227-234	25-août	MB 101	24-36 mm	248-215
14-juil-03	MB 108	12-24 mm	325-295	25-août	MB 101	12-24 mm	448-181
14-juil-03	MB 109	36 et plus	N.D.	25-août	MB 102	36 et plus	N.D.
14-juil-03	MB 109	24-36 mm	237-251	25-août	MB 102	24-36 mm	197-228
14-juil-03	MB 109	12-24 mm	228-263	25-août	MB 102	12-24 mm	180-272
14-juil-03	MB 110	36 et plus	N.D.	25-août	MB 103	36 et plus	241
14-juil-03	MB 110	24-36 mm	197-244	25-août	MB 103	24-36 mm	221-225
14-juil-03	MB 110	12-24 mm	325-199	25-août	MB 103	12-24 mm	232-215

### 3.5 Répartition des lots expérimentaux sur les filières

Six filières ont été utilisées et les trois répliques de chacun des lot de boudins expérimentaux étaient répartis sur des filières différentes (**Figure 2**). Ces filières sont disposées sur un seul alignement. Chaque réplique était composée de plus ou moins 10 grandes boucles et 11 petites. Les six filières du dispositif expérimental ont reçu chacune neuf (9) lots de 100 m, correspondant à 3 traitements différents, avec trois (3) répliques par traitement, pour un total de 54 lots expérimentaux (lots 1 à 54).

Pour des raisons de traitement statistique des données, les répliques de la phase III ont été répartis sur les filières selon une distribution systématique afin d'éviter les effets de site. Sur le site de Carleton, les filières des producteurs ne sont pas parallèles mais alignées l'une à la suite de l'autre, selon un axe sud-ouest / nord-est. On bloque donc l'effet site en reproduisant la même distribution systématique des répliques sur les trois filières alignées de chaque groupe (1-3, 4-6) :

### 3.6 Mesures de rendement à la récolte

La récolte des moules de la Phase III a eu lieu le 25 et le 29 juin 2005, soit au moment où les boudins avaient atteint 25 mois et les moules 36 mois (**tableau 2**).

Au moment de la récolte, il a été constaté que la filière 102 avait été perdue pendant l'hiver et elle n'a donc pas pu être récoltée. Cette filière portait un tiers des lots boudinés en août et la moitié des lots boudinés à la fin juillet. Les lots boudinés en août correspondaient également aux lots de naissain de taille supérieure à 36 mm. Il a également été constaté que la filière 101 s'était déplacé et se trouvait emmêlée avec une autre filière. De ce fait, seule la moitié de la filière 101 était accessible à la récolte. Cette filière portait un tiers des lots boudinés en août et la moitié des lots boudinés à la fin juillet.

Dans la phase III, il a été décidé de modifier la méthode d'échantillonnage utilisée dans la phase I et II afin d'augmenter la puissance de discrimination lors de l'analyse statistique. Ainsi, pour chacun des traitements expérimentaux, huit échantillons de un pied ont été prélevés, toujours à la même hauteur (1,5 m sous la ligne porteuse de la filière), sur la partie supérieure de huit grandes boucles consécutives, en évitant la première et la dernière boucle de chaque lot expérimental.

Afin de vérifier si la hauteur à laquelle les échantillons sont prélevés sur les boudins biaise l'évaluation des rendements, des échantillons supplémentaires de 1 pied de boudin ont été systématiquement prélevés à mi-hauteur (3 m sous la ligne porteuse de la filière) et au bas d'une des boucles de chaque traitement expérimental (5 m sous la ligne porteuse de la filière).

Les échantillons étaient conservés au frais, dans une glacière refroidie avec des Ice-Packs jusqu'à l'arrivée au laboratoire.

### 3.7 Analyses de laboratoire

Au moment de la récolte du naissain, les échantillons de moules ont été placés en chambre froide. Le lendemain, 27 moules ont été mesurées dans chaque échantillon pour établir la longueur moyenne et le rendement en chair du naissain.

Au moment de la récolte des boudins, les échantillons de moules ont été placés en chambre froide. Le lendemain de la récolte, les échantillons étaient pesés individuellement pour établir les poids bruts. Après lavage et tri, le nombre et le poids des moules de taille supérieure à 50 mm étaient mesurés pour établir la quantité de moule commerciales par pied de boudin et le poids net des échantillons. Sur les échantillons destinés à vérifier l'homogénéité des rendements sur la hauteur des boudins, le poids des moules de taille inférieure à 25 mm a également été mesuré pour établir la quantité de fixation secondaire par pied de boudin sur le haut, le milieu et le bas des boudins testés.

Dans la présente étude, le rendement brut « bateau » de chaque lot correspond donc au poids total de matière vivante (moules et salissures) mesuré sur les neuf échantillons prélevés sur le haut des boudins, tandis que le rendement net « bateau » correspond seulement au poids des moules de taille commerciale.

Un sous-échantillon de 25 moules était prélevé aléatoirement parmi les moules de taille commerciale ( $\geq 50$  mm) pour la mesure du rendement en chair commercial et du rendement en chair scientifique (**Tableau 4**). Le poids vif total avant et après cuisson, le poids humide de chair après dissection et le poids des coquilles ont été mesurés sur chacune des moules. Le rendement en chair industriel ou commercial correspond au rendement en chair tel qu'il est mesuré par l'industrie mytilicole (usines, grossistes), tandis que le rendement en chair scientifique correspond aux mesures présentées dans les publications scientifiques (Ibarra *et al.*, 2000).

Rendement en chair industriel =  $(\text{poids de chair cuite} / \text{poids vif total avant cuisson}) \times 100$

Rendement en chair scientifique =  $(\text{poids de chair cuite} / \text{poids total après cuisson}) \times 100$

Le rendement en chair commercial correspond au rendement en chair tel qu'il est mesuré par l'industrie de la mytiliculture (usines, grossistes) (Ibarra et Couturier 1998; Ibarra 2000).

**Tableau 4.** Les différents paramètres mesurés à la récolte des moules de la phase III.

Rendement brut bateau	kg/ m
Rendement net bateau	kg/ m
Rendement en chair	%
Taille des moules	mm
# total de moules > 50 mm par pied de boudin	# individus /pied
Poids total des moules < 25 mm par pied de boudin*	g /pied

\* Au moment de la récolte, les moules <25 mm sont considérées comme de la fixation secondaire

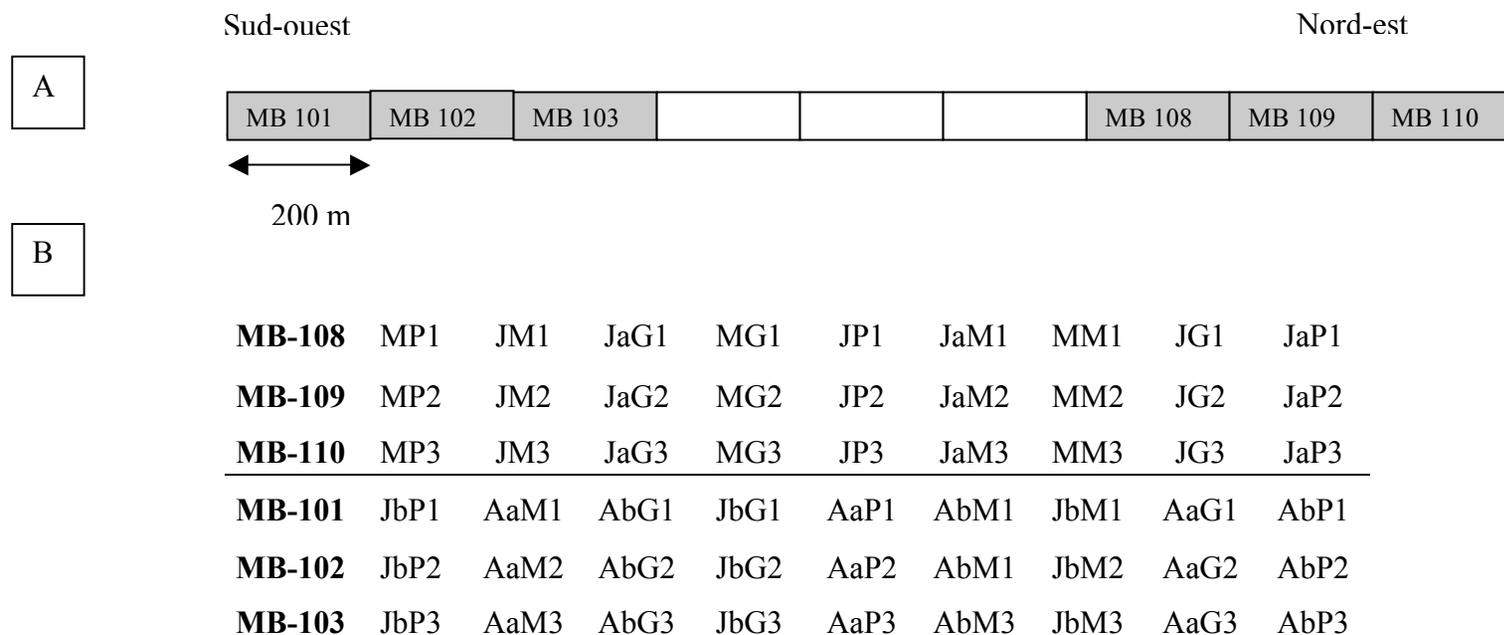
### 3.8 Analyses statistiques

Pour chaque paramètre mesuré, les différents traitements expérimentaux ont été comparées par une ANOVA à deux facteurs croisés (méthode de boudinage x densité initiale) dans Systat (SYSTAT Software Inc., 2002). La condition d'indépendance des échantillons était toujours respectée, l'homogénéité des variances était vérifiée à l'aide du test de Levene et la normalité par un test de Kolmogorov-Smirnov (Scherrer, 1984). Lorsque ces conditions n'étaient pas respectées, les données ont été transformées au carré, en log ou en en sinus. Les « outliers » identifiés par le logiciel étaient retirés de l'analyse. Quand l'interaction était significative, l'effet du type de boudin pour chaque densité initiale et l'effet de la densité initiale pour chaque type de boudin étaient vérifiés. Des comparaisons multiples de Tukey permettaient de voir où se situaient les différences (Zar, 1999).

Les traitements expérimentaux ont également été comparés par une ANOVA à un facteur (le type de boudin d'abord puis la densité initiale) dans Systat (SYSTAT Software Inc., 2002). La condition d'indépendance des échantillons était toujours respectée, l'homogénéité des variances était vérifiée à l'aide du test de Levene et la normalité par un test de Kolmogorov-Smirnov (Scherrer, 1984). Lorsque ces conditions n'étaient pas respectées, les données ont été transformées en log. Lorsque les conditions de normalité ou d'homogénéité des variances n'étaient pas respectées même après transformation des données, un test non paramétrique confirmait les résultats de l'ANOVA, soit le test de Kruskal-Wallis (Scherrer, 1984), qui effectue une analyse de variance sur les données transformées en rangs. Les « outliers » identifiés par le logiciel étaient retirés de l'analyse. Quand l'interaction était significative, l'effet du type de boudin pour chaque densité initiale et l'effet de la densité initiale pour chaque type de boudin étaient vérifiés. Des comparaisons multiples de Cochran permettaient de voir où se situaient les différences pour les tests paramétriques, tandis que les moyennes analysées par le test de Kruskal-Wallis ont été comparées à l'aide d'un test de Dunn (test de comparaison

multiple non paramétrique permettant de comparer des groupes de tailles différentes) (Zar, 1999).

Après discussion avec les mytiliculteurs, étant donné la variabilité spatiale élevée des rendements mesurés le long des boudins continus, il a été décidé de considérer les traitements expérimentaux comme significativement différents pour un seuil de  $p = 0,1$ .



**Figure 2.** A) Disposition générale et code d'identification des filières de la phase III.

B) Détail de la répartition des lots par filière :

Dates : M : début juin ; J : fin juin ; Ja : mi-juillet ; Jb : fin juillet ; Aa : mi-août ; Ab : fin août

Classes de taille : P : petites (12-24 mm) ; M : moyennes (25-35 mm) ; G : grandes (36+ mm)

Répliques : 1, 2, 3 : numéros de répliques

N.B. Lorsque la quantité de naissain disponible à une certaine date et dans une classe de taille donnée ne permettait pas la réalisation de toutes les répliques prévues, les espaces correspondants ont été laissés libres sur les filières.

## 4. RÉSULTATS

À cause de la perte de certaines des filières du projet durant l'hiver, les lots expérimentaux correspondants à la catégorie de naissain 36+ mm ont été perdus en totalité. Pour les mêmes raisons, les échantillons correspondant aux lots du 11 août 2003 n'ont pu être récupérés et sont absents des analyses présentées ci-dessous. Par ailleurs, seule une partie des lots du 29 juillet 2003 et du 26 août 2003 ont été récupérés.

Pendant les opérations de boudinage, il a été observé qu'il n'était pas possible d'augmenter la densité pour les moules pré-commerciales (36+ mm) car la roue de la boudineuse était déjà réglée pour fonctionner à sa vitesse minimale. Lors des opérations de boudinage, deux panes de moules 36 mm+ permettaient de faire 40 mètres de boudin à une densité de 145 moules/pied.

### 4.1 Conditions environnementales

Durant les opérations de récolte de naissain et de boudinage, la température de l'air a varié entre 10,9 et 20,1 °C. La température de l'eau de surface a varié entre 9,1 et 17,8 °C (figure 3). La salinité de surface a varié entre 21,6 et 28,9 ups (figure 4). Une baisse importante de la température et de la salinité de l'eau de surface a été notée lors des opérations de boudinage du 29 juillet 2003 (figure 3).

Les enregistrements du thermographe placé à 10 mètres sous la surface montrent que, de juin à août, la zone d'étude a connu à plusieurs reprises des variations rapides de température pouvant atteindre plus de 10 °C en quelques jours (Figure 5). Par exemple, entre le 6 et le 7 juillet 2003, la température est passée de 16 à 7 °C. Entre le 25 et le 10 juillet 2003, la température est descendue de 18 à 4 °C alors qu'elle était restée relativement stable aux environs de 14 °C pendant les 12 jours précédents.

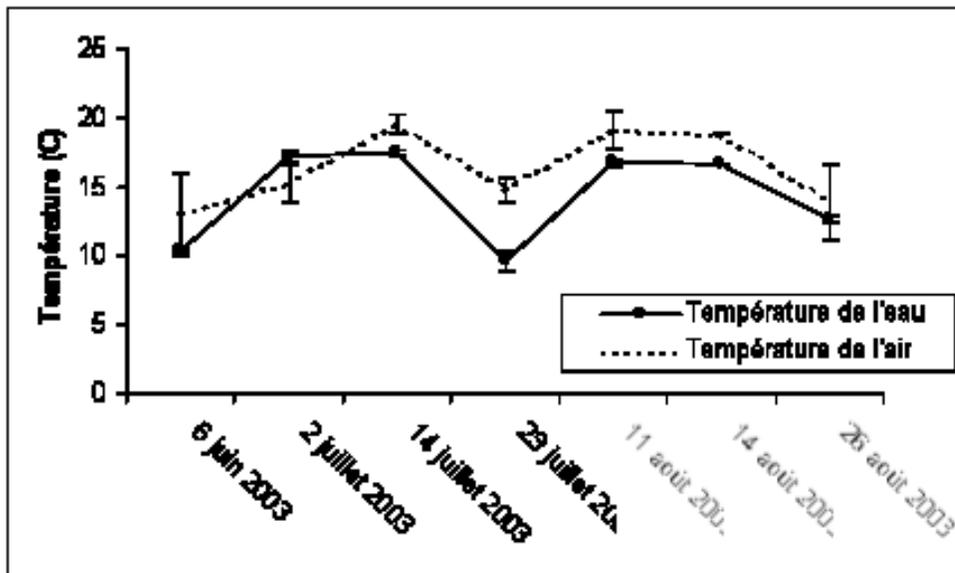
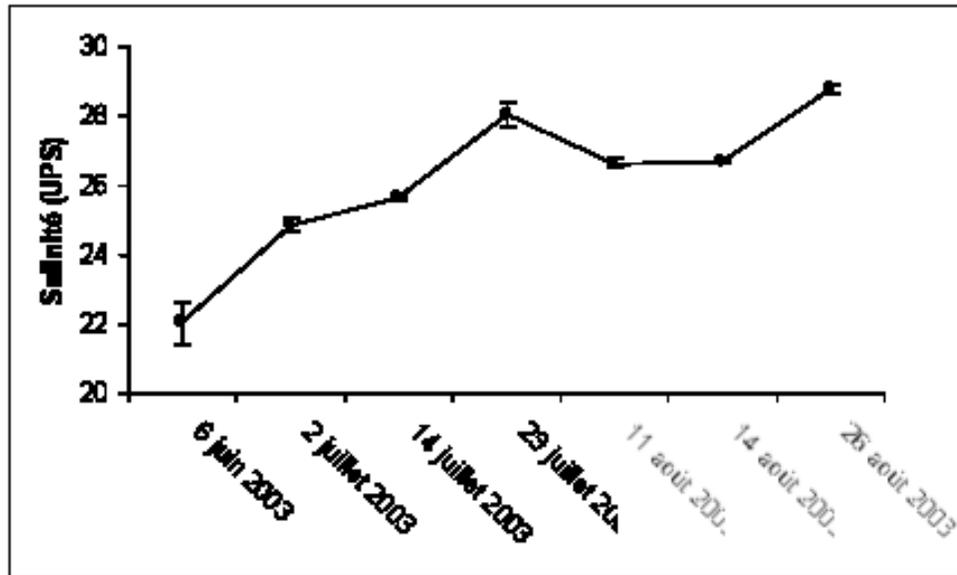
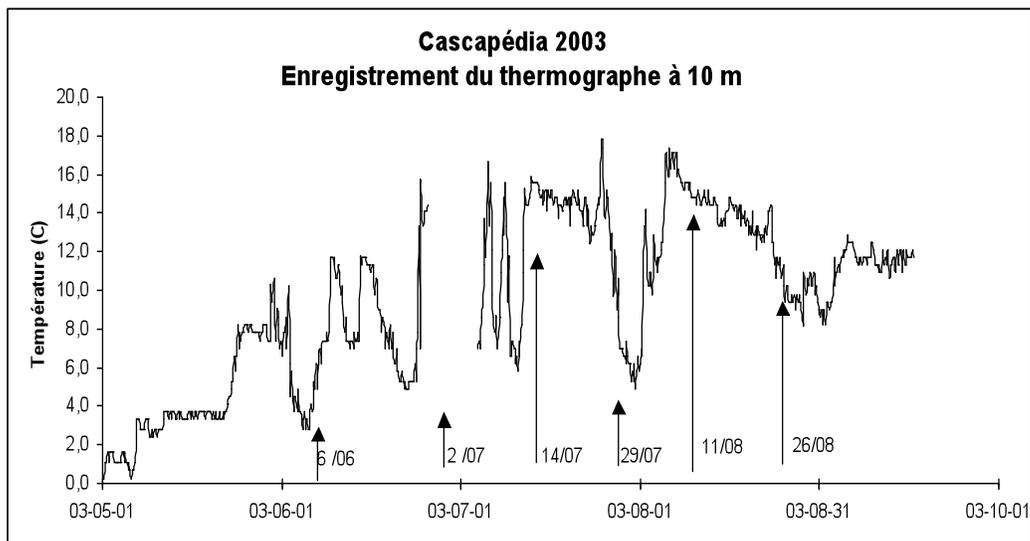


Figure 3. Température de la surface de l'eau et température de l'air mesurées au moment du boudinage des lots expérimentaux de la phase III.



**Figure 4.** Salinité de la surface de l'eau mesurée au moment du boudinage des lots expérimentaux de la phase III.

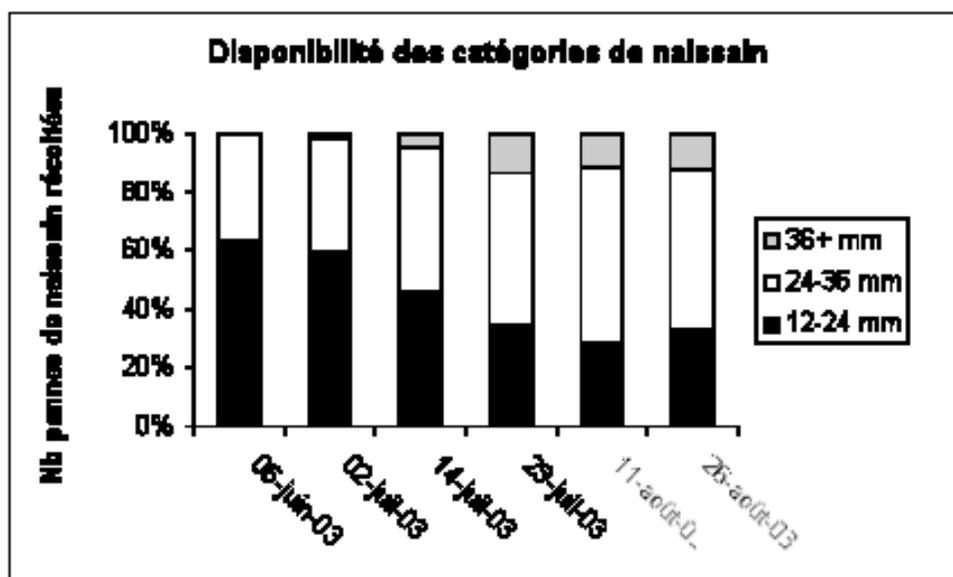


**Figure 5.** Température de l'eau enregistrée en continu à 10 mètres de profondeur, dans la baie de Cascapédia, entre juin et septembre 2003. Les flèches indiquent les dates auxquelles les lots expérimentaux ont été mis en boudin.

#### 4.2 Disponibilité des classes de taille de naissain

À chacune des sorties, le nombre de pannes de naissain de chaque classe de taille obtenu pendant les opérations de récolte et de tri du naissain des collecteurs a été évalué. Chaque panne pleine de moules a un poids approximatif de 50-60 kg.

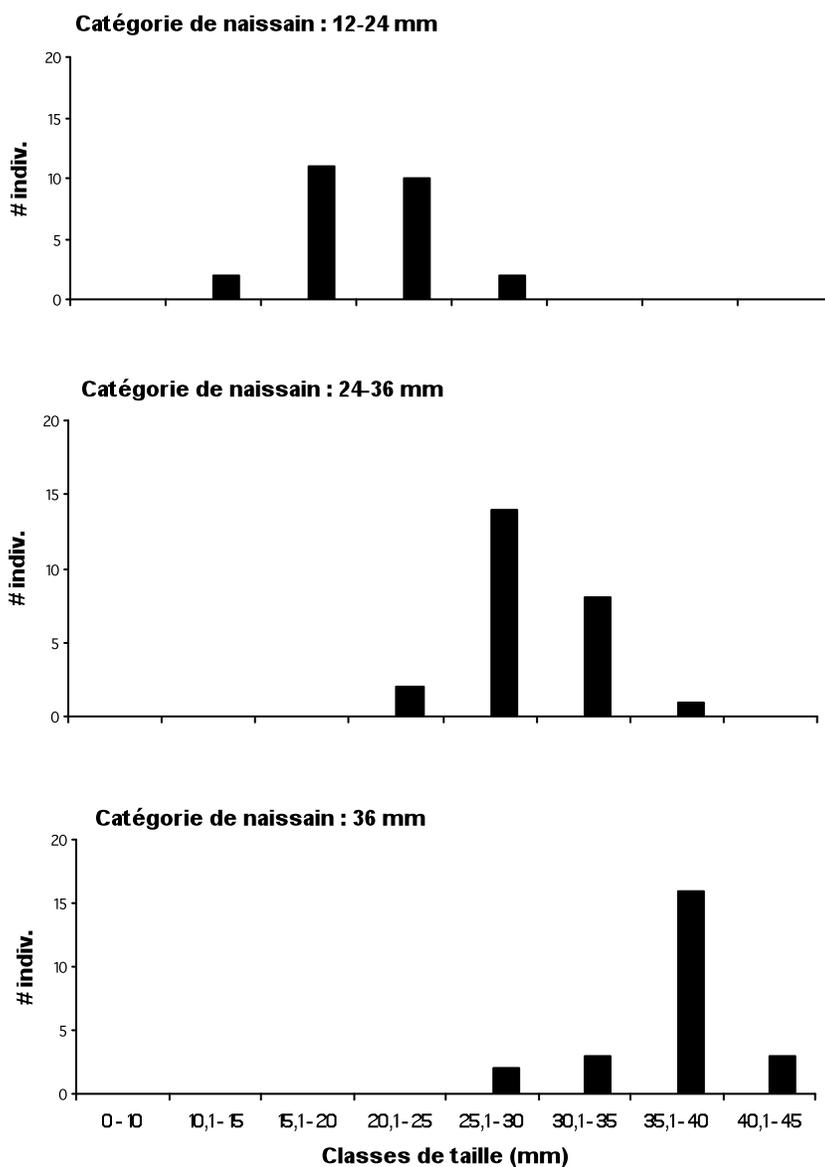
La catégorie 12-24 mm a constitué 64 % du total des pannes récoltées en juin mais seulement 33-28% des pannes récoltées en août (figure 6). La catégorie 24-36 mm a constitué 36 % du total des pannes récoltées en juin et 60-55% des pannes récoltées en août. Finalement, la catégorie 36+ mm a représenté 0% du total des pannes récoltées en juin et 11-12 % des pannes récoltées à la mi-août et à la fin août.



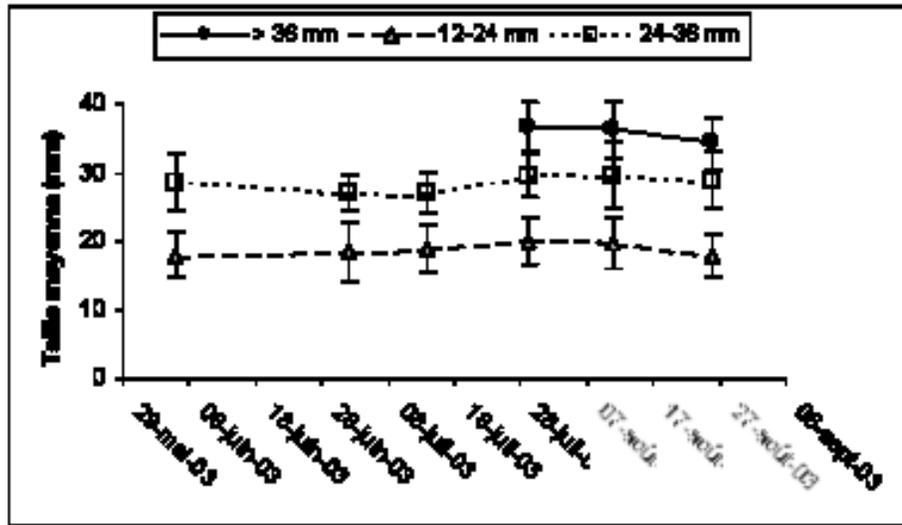
**Figure 6.** Quantité de naissain disponible à chacune des six périodes de boudinage, entre juin et août 2003, dans les trois catégories de taille sélectionnées : 12-24 mm, 24-36 mm et 36+ mm.

### 4.3 Caractéristiques du naissain

Les mesures faites sur les échantillons de naissain sortant de la trieuse, au moment de la récolte du naissain montrent que les trois catégories de taille ont été bien séparées par la machine (figure 7). Par ailleurs, entre juin et août 2003 il n'y a pas eu de changements importants dans la taille moyenne des moules qui est restée entre 18 et 20 mm pour le naissain de la catégorie 12-24 mm, entre 27 et 30 mm pour le naissain de la catégorie 24-36 mm et entre 34 et 37 mm pour le naissain de la catégorie 36+ mm (Figure 8 et tableau 5).



**Figure 7.** Distribution des longueurs de moules mesurée sur des échantillons de naissain sortant de la trieuse, dans chacune des trois catégories de taille sélectionnées : 12-24 mm, 24-36 mm et 36+ mm.



**Figure 8.** Taille moyenne des moules dans les trois catégories de taille de naissain fournies par la trieuse à chacune des six périodes de boudinage, entre juin et août 2003 (n = 25).

**Tableau 5.** Évolution de la taille moyenne (mm) du naissain utilisé pour les traitements expérimentaux. Les valeurs entre parenthèses correspondent à l'écart-type (n = 25).

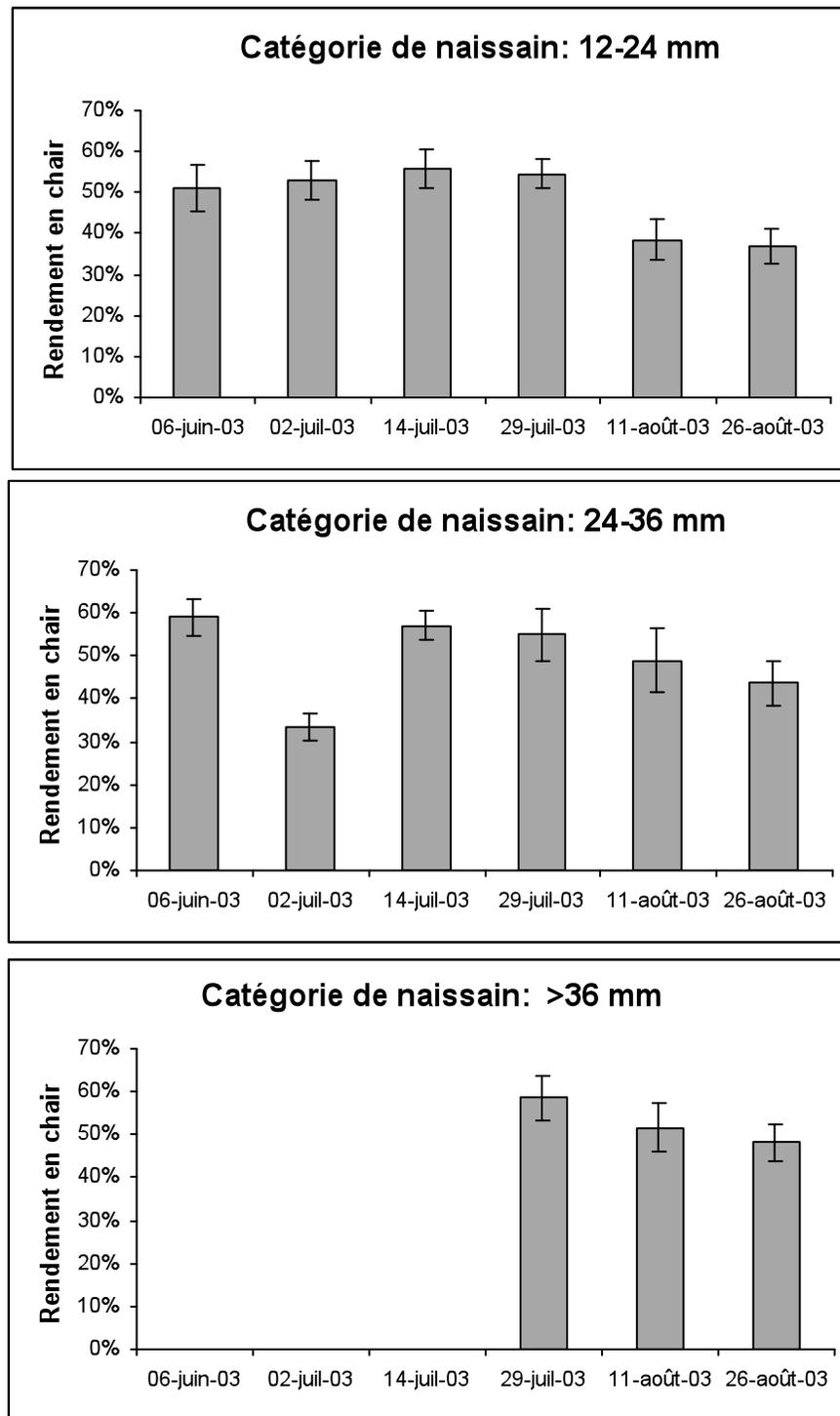
	6 juin 2003	2 juillet 2003	14 juillet 2003	29 juillet 2003	11 août 2003	26 août 2003
12-24 mm	17,98 (3,19)	18,39 (4,27)	18,9 (3,4)	20,12 (3,37)	19,64 (3,71)	17,88 (3,20)
24-36 mm	28,76 (4,22)	27,15 (2,41)	27,1 (3,01)	29,49 (3,13)	29,6 (4,8)	29 (4,10)
36+	ND	ND	ND	36,76 (3,56)	36,3 (4,15)	34,31 (3,86)

Les valeurs de rendement en chair (REC), mesurées dans les échantillons du naissain de la catégorie 12-24 mm, ont varié entre 37% (26 août) et 56 % (14 juillet ; [tableau 6](#)). Pour les échantillons du naissain de la catégorie 24-36 mm, ces valeurs ont varié entre 34 % (2 juillet) et 59 % (6 juin). Pour les échantillons du naissain de la catégorie 36 + mm, ces valeurs ont varié entre 48 % (29 juillet) et 58 % (29 juillet).

Dans les trois catégories de naissain, les REC mesurés tendent à baisser à partir du 29 juillet ([Tableau 6](#) ; [figure 9](#)). Dans la catégorie 12-24 mm, cette diminution est brutale puisque les valeurs passent de 55% à 38 % entre le 29 juillet et le 11 août. Le 29 juillet, sur le bateau, pendant les opérations de boudinage, il a d'ailleurs été noté que le naissain relâchait spontanément ses gamètes pendant les manipulations. Une importante diminution des valeurs de REC a également été observée le 2 juillet dans les échantillons de naissain 24-36 mm ([Tableau 6](#) ; [figure 9](#)).

**Tableau 6.** Évolution du rendement en chair (%) moyen du naissain utilisé pour les traitements expérimentaux. Les valeurs entre parenthèses sont l'écart-type (n = 27).

	6 juin 2003	2 juillet 2003	14 juillet 2003	29 juillet 2003	11 août 2003	26 août 2003
12-24 mm	51% (6 %)	53% (5 %)	56% (5 %)	55% (3 %)	38% (5 %)	37% (4%)
24-36 mm	59% (4 %)	34% (3 %)	57% (3 %)	55% (6 %)	49% (7 %)	44% (5 %)
36+				58% (5 %)	52% (6 %)	48% (4 %)



**Figure 9.** Évolution du rendement en chair moyen dans les trois catégories de taille de naissain de moule fournies par la trieuse (n = 25).

#### 4.4 Rendements brut

Pour les catégories de naissain 12-24 mm et 24-36 mm la fourchette de valeurs (min.-max.) de rendement brut à la récolte a été respectivement de 0,8 à 21,1 kg/m et de 2,8 à 26,5 kg/m

Les valeurs moyennes et les écart-types de chacun des traitements expérimentaux sont présentés dans les **tableaux 7 et 8 et la figure 10**. Dans les boudins composés de naissain 12-24 mm, il n'y a pas de différences importantes dans le rendement selon la date de mise en boudin (**tableau 8**). On peut remarquer que, dans les boudins composés de naissain 24-36 mm, le rendement brut, le rendement net et le nombre de moules de taille commerciales par mètre sont considérablement plus faibles pour les lots de moules boudinées le 29 juillet et le 25 août, comparativement aux rendements des lots boudinées avant la mi-juillet (**tableau 8**).

**Tableau 7.** Poids brut moyen, poids net moyen et nombre moyen de moules commerciales au moment de la récolte sur les lots expérimentaux remplis avec la catégorie de naissain 12-24 mm. Les valeurs entre parenthèses correspondent à l'écart-type. ND : non disponible.

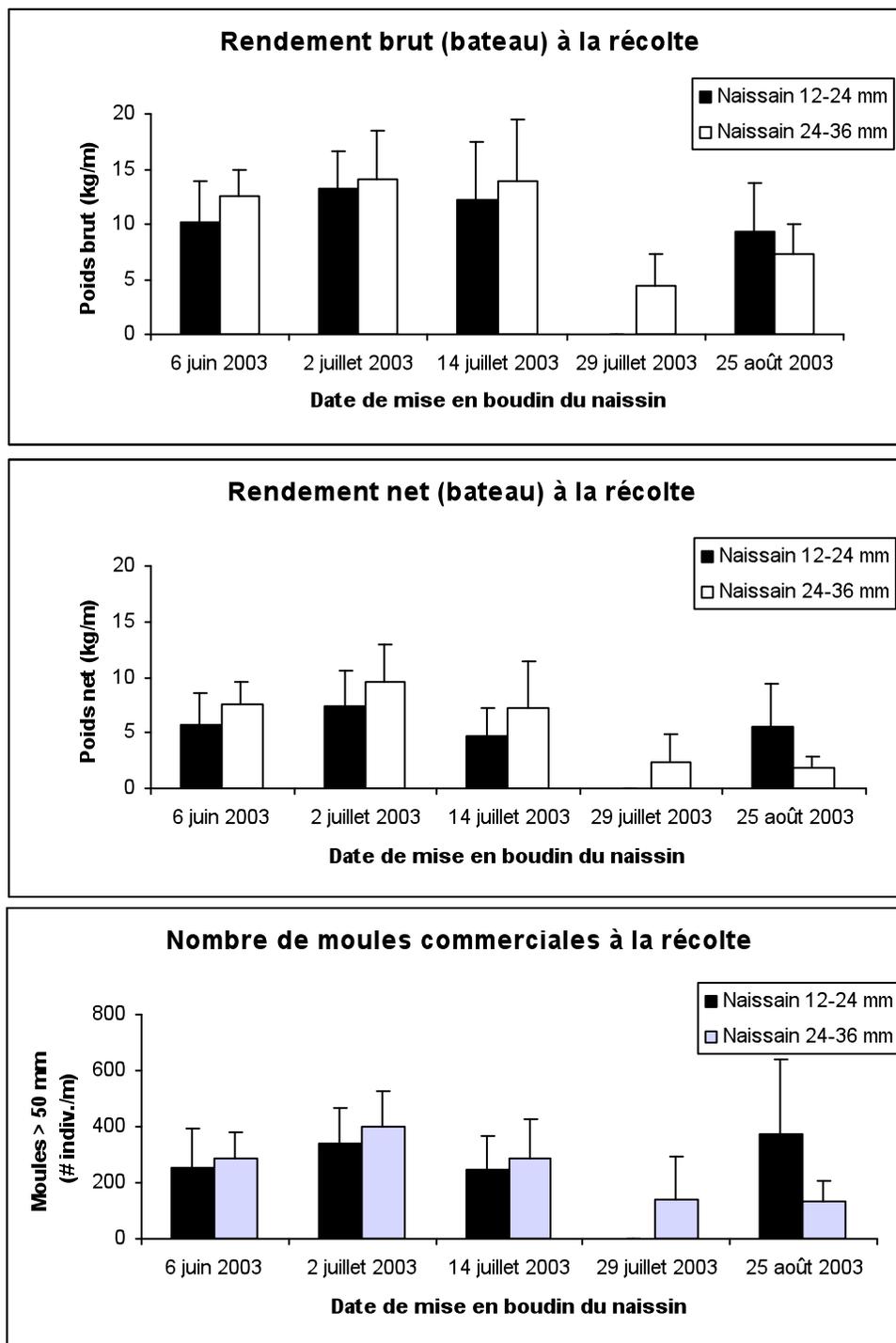
##### Boudins composés de naissain 12-24 mm

Date de mise en boudin	Nombre d'échantillons mesurés	Rendement brut (kg/m)	Rendement net (kg/m)	Moules commerciales (# indiv./m)
6 juin 2003	23	10,2 (3,8)	5,7 (2,9)	256 (134)
2 juillet 2003	21	13,2 (3,5)	7,5 (3,0)	338 (128)
14 juillet 2003	21	12,2 (5,3)	4,8 (2,5)	246 (122)
29 juillet 2003	ND	ND	ND	ND
25 août 2003	8	9,4 (4,4)	5,6 (3,8)	373 (266)

**Tableau 8.** Poids brut moyen, poids net moyen et nombre moyen de moules commerciales au moment de la récolte sur les lots expérimentaux remplis avec la catégorie de naissain 24-36 mm. Les valeurs entre parenthèses correspondent à l'écart-type.

##### Boudins composés de naissain 24-36 mm

Date de mise en boudin	Nombre d'échantillons mesurés	Rendement brut (kg/m)	Rendement net (kg/m)	Moules commerciales (# indiv./m)
6 juin 2003	21	12,52 (2,4)	7,6 (2,0)	287 (92)
2 juillet 2003	22	14,1 (4,5)	9,5 (3,4)	400 (127)
14 juillet 2003	21	13,9 (5,5)	7,31 (4,2)	287 (137)
29 juillet 2003	5	4,5 (2,9)	2,3 (2,6)	138 (155)
25 août 2003	7	7,3 (2,7)	1,9 (0,9)	135 (69)



**Figure 10.** Comparaison des boudins remplis initialement de naissain de 12-24 mm et 24-36 mm, à six dates différentes, entre juin et août 2003. Résultats des mesures de rendement brut, de rendement net et du nombre de moules de taille commerciale au moment de la récolte.

Une analyse de variance réalisée indépendamment pour chaque catégorie de naissain indique que, au moment de la récolte, parmi les boudins réalisés avec du naissain de 12-24 mm, il n'y a pas de différences significatives dans les poids brut entre les dates de mise en boudin ( $p > 0,1$ ).

Parmi les boudins réalisés avec du naissain de 24-36 mm, les rendements bruts des trois premières dates de mise en boudin ne sont pas significativement différents ( $p > 0,1$ ). Par contre, ces derniers sont significativement plus élevés que ceux des boudins mis à l'eau le 29 juillet et le 25 août. Finalement, les rendements bruts des boudins du 29 juillet sont plus élevés que ceux du 25 août (Tableau 9).

**Tableau 9.** Résultats des analyses de variance sur les rendements bruts à la récolte, calculés pour les boudins remplis de naissain 24-36 mm.

Codification des dates		Différences détectées entre les dates de boudinage	Probabilité que la différence soit un effet du hasard
6 juin	A	(A=B=C)	$p > 0,1$
2 juillet	B	(A=B=C) < D	$p < 0,001$ ; $p < 0,001$ ; $p < 0,001$
14 juillet	C	(A=B=C) < E	$p = 0,006$ ; $p = 0,001$ ; $p = 0,002$
29 juillet	D	D < E	$P = 0,0037$
25 août	E		

#### 4.5 Rendements net

Pour la catégorie de naissain 12-24 mm et 24-36 mm, la gamme des valeurs de rendement net à la récolte a été respectivement de 0,1 à 12,4 kg/m et de 0,1 à 19,5 kg/m.

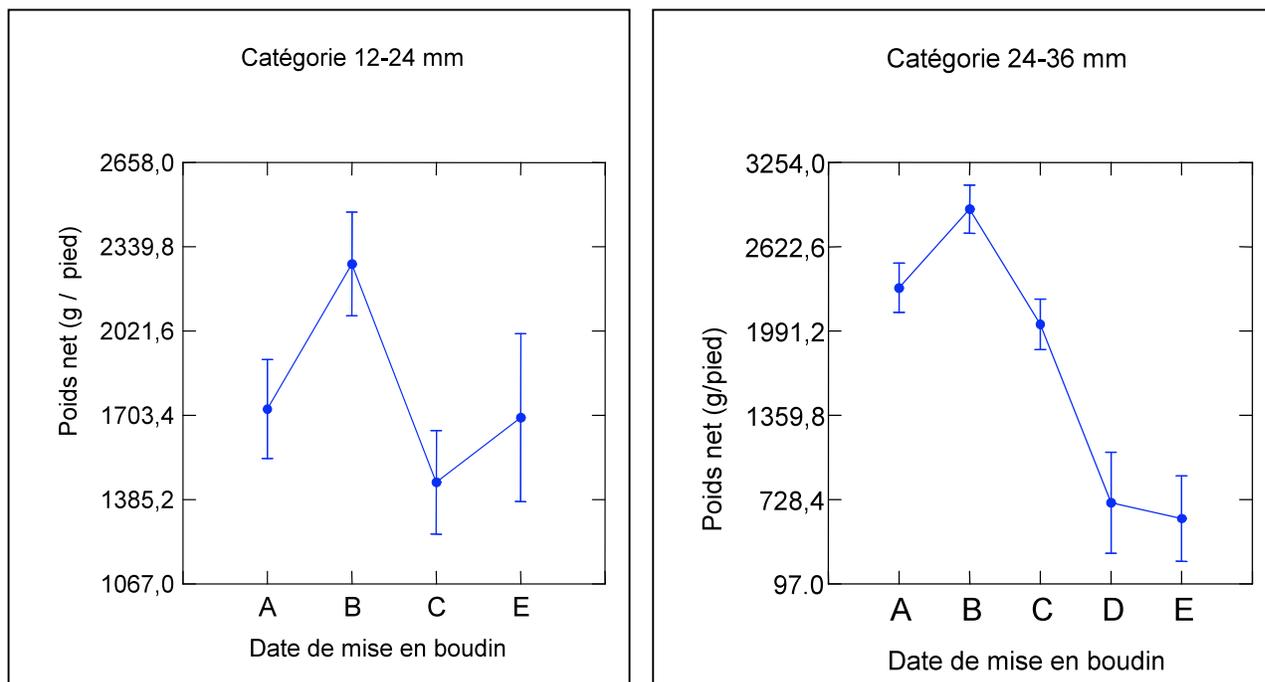
Les valeurs moyennes et les écart-types de chacun des traitements expérimentaux sont présentés dans les tableaux 7 et 8 et la figure 10.

Une analyse de variance réalisée indépendamment pour chaque catégorie de naissain indique que, au moment de la récolte, parmi les boudins réalisés avec du naissain de 12-24 mm, seuls les rendements nets des boudins du 2 et du 14 juillet 2003 sont significativement différents entre eux ( $p = 0,02$ ).

Parmi les boudins réalisés avec du naissain de 24-36 mm, les rendements nets des deux premières dates de mise en boudin ne sont pas significativement différents ( $p > 0,1$ ). Les rendements nets des deux dernières dates de mise en boudin ne sont pas significativement différents ( $p > 0,1$ ). Par contre les différences sont significatives entre les premières dates de mise en boudin (début juin à mi-juillet) et les dernières dates de mise en boudin (fin juillet et fin août) (Tableau 10 et figure 11).

**Tableau 10.** Résultats des analyses de variance sur les rendements nets à la récolte, calculés pour les boudins remplis de naissain 24-36 mm.

Codification des dates		Différences détectées entre les dates de boudinage	Probabilité que la différence soit un effet du hasard
6 juin	A	A = B	$p > 0,1$
2 juillet	B	D = E	$p > 0,1$
14 juillet	C	A > (D=E)	$p = 0,003$ ; $p < 0,001$
29 juillet	D	B > (D=E)	$p < 0,001$ ; $p < 0,001$
25 août	E	C > (D=E)	$p = 0,0019$ ; $p = 0,002$
		B > C	$p = 0,013$

**Figure 11.** Résultats de l'analyse de variance. Moyenne des moindres carrés pour le poids brut des moules mesuré au moment de la récolte dans les traitements expérimentaux correspondants aux six dates de mise en boudin. A : 6 juin 2003; B : 2 juillet 2003; C : 14 juillet 2003; D : 29 juillet 2003; E : 25 août 2003.

#### 4.6 Nombre de moules de taille commerciale

Pour la catégorie de naissain 12-24 mm et 24-36 mm, la fourchette de valeurs (min.-max.) du nombre de moules de taille commerciale par mètre, à la récolte, a été respectivement de 7 à 702 indiv./m et de 7 à 718 indiv./m .

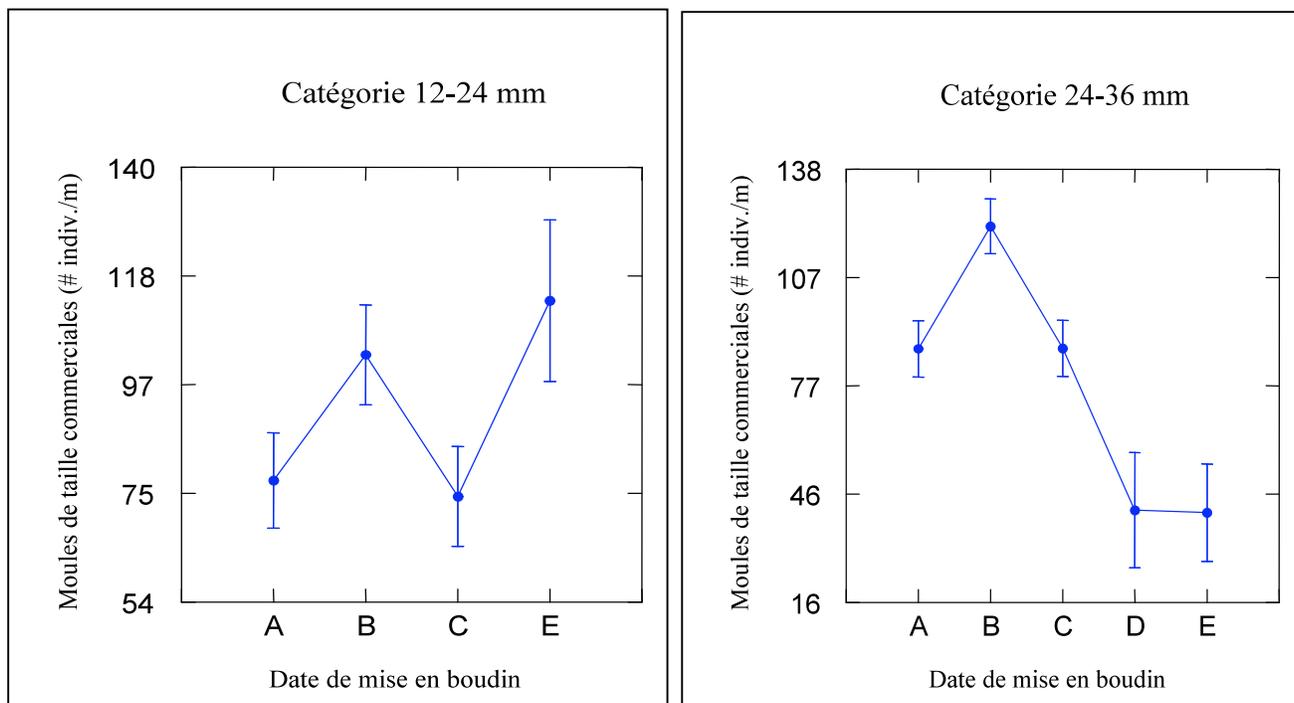
Les valeurs moyennes et les écart-types de chacun des traitements expérimentaux sont présentés dans les **tableaux 7 et 8 et la figure 10**.

Une analyse de variance réalisée indépendamment pour chaque catégorie de naissain indique que, au moment de la récolte, parmi les boudins réalisés avec du naissain de 12-24 mm, il n'y a pas de différences significatives dans le nombre de moules de taille commerciale par mètre de boudin entre les dates de mise en boudin ( $p > 0,1$ ).

Par contre, parmi les boudins réalisé avec du naissain de 24-36 mm, des différences significatives ont été observées. Le nombre de moules de taille commerciale par mètre des deux premières dates de mise en boudin n'est pas significativement différent ( $p > 0,1$ ). Le nombre de moules de taille commerciale par mètre des deux dernières dates de mise en boudin n'est pas significativement différent ( $p > 0,1$ ). Par contre les différences sont significatives entre les première dates de mise en boudin (début juin à mi-juillet) et les dernières dates de mise en boudin (fin juillet et fin août) (**Tableau 11 et figure 12**).

**Tableau 11.** Résultats des analyses de variance sur le nombre de moules de taille commerciale par mètre, à la récolte, calculés pour les boudins remplis de naissain 24-36 mm.

Codification des dates		Différences détectées entre les dates de boudinage	Probabilité que la différence soit un effet du hasard
6 juin	A	A = C	$p > 0,1$
2 juillet	B	D = E	$p > 0,1$
14 juillet	C	A < B	$p = 0,021$
29 juillet	D	A < E	$p = 0,037$
25 août	E	B < (C, D, E)	$p = 0,022$ ; ; $p < 0,001$ ; $p < 0,001$
		C < E	$p = 0,036$



**Figure 12.** Résultats de l'analyse de variance. Moyenne des moindres carrés pour le poids net des moules mesuré au moment de la récolte dans les traitements expérimentaux correspondants aux six dates de mise en boudin. A : 6 juin 2003; B : 2 juillet 2003; C : 14 juillet 2003; D : 29 juillet 2003; E : 25 août 2003.

#### 4.7 Rendements en chair

Pour la catégorie de naissain 12-24 mm et 24-36 mm, la fourchette de valeurs (min.-max.) du poids individuel humide total (coquille + chair vive), du poids de chair cuite, du poids de la coquille et du rendement en chair à la récolte est présentée dans le [tableau 12](#).

**Tableau 12.** Valeurs minimum et maximum du poids individuel humide total (coquille + chair vive), du poids de chair cuite, du poids de la coquille et du rendement en chair mesurés au moment de la récolte sur les lots expérimentaux remplis avec la catégorie de naissain 12-24 mm et 24-36 mm.

	Catégorie 12-24 mm (min. – max.)	Catégorie 24-36 mm (min. – max.)
Poids individuel humide total (g / moule)	13– 25	13– 31
Poids de la chair cuite (g / moule)	3 – 7	4 – 7
Poids de la coquille vide (g / moule)	5 – 9	5 – 11
Rendement en chair commercial (%)	21 - 27	19 - 29
Rendement en chair scientifique (%)	37 - 45	34 - 48

Les valeurs moyennes et les écart-types de chacun des traitements expérimentaux sont présentés dans les tableaux 13 et 14 et la figure 13.

Pour la catégorie de naissain 24-36 mm, le REC a augmenté entre le 6 juin et le 25 août (tableau 14). Cependant, il faut remarquer que les valeurs individuelles du poids humide total et du poids de la coquille mesurés au moment de la récolte des boudins ont diminué de façon notable, passant de 29 à 14 g/moule et de 11 à 5 g/moule respectivement pour les slots boudinés entre le 6 juin et le 25 août, soit une diminution de 50% (tableau 14). Cette diminution est plus importante que celle du poids de chair cuite qui est passée de 6 à 4 g/moule (-33%).

**Tableau 13.** Valeurs moyenne du poids individuel humide total, du poids de chair cuite, du poids de la coquille vide et du rendement en chair mesurés au moment de la récolte sur les lots expérimentaux remplis avec la catégorie de naissain 12-24 mm. Les mesures ont été réalisées sur des échantillons de 25 moules. Les valeurs entre parenthèses correspondent à l'écart-type. ND : non disponible.

#### Boudins composés de naissain 12-24 mm

Date de mise en boudin	Nombre d'échantillons analysés	Poids humide total (g)	Poids de chair cuite (g)	Poids de coquille vide (g)	REC scientifique (%)	REC commercial (%)
6 juin 2003	n = 6	22,80 (1,42)	5,51 (0,59)	8,32 (0,52)	39,8 (2,9)	24,2 (2)
2 juillet 2003	n = 6	22,13 (3,42)	5,18 (0,69)	7,70 (1,42)	40,5 (3,9)	23,6 (2,9)
14 juillet 2003	n = 7	19,63 (3,70)	4,80 (0,78)	6,89 (1,36)	41,2 (2,6)	24,6 (2,1)
29 juillet 2003	ND	ND	ND	ND	ND	ND
25 août 2003	n = 2	15,32 (2,09)	3,92 (0,44)	6,20 (0,88)	38,7 (0,7)	25,6 (0,6)

Une analyse de variance réalisée indépendamment pour chaque catégorie de naissain indique que, au moment de la récolte, parmi les boudins réalisés avec du naissain de 12-24 mm, il n'y a pas de différences significatives dans le rendement en chair scientifique entre les dates de mise en boudin ( $p > 0,1$  ; résultats non présentés). La même observation vaut pour les mesures de REC commercial.

Par contre, parmi les boudins réalisés avec du naissain de 24-36 mm, des différences significatives ont été observées. Les rendements en chair scientifiques mesurés au moment de la récolte sur les moules boudinées le 6 juin sont significativement différents de ceux des moules boudinées le 14 juillet ( $p=0,065$ ) et le 25 août ( $p = 0,028$ ) (Tableau 15 et Figure 14). De même, les rendements en chair commerciaux mesurés au moment de la récolte sur les moules boudinées le 6 juin sont significativement différents de ceux des moules boudinées le 14 juillet ( $p=0,081$ ) et le 25 août ( $p = 0,012$ ) (Tableau 16 et Figure 15).

**Tableau 14.** Valeurs moyenne du poids individuel humide total, du poids de chair cuite, du poids de la coquille vide et du rendement en chair mesurés au moment de la récolte sur les lots expérimentaux remplis avec la catégorie de naissain 24-36 mm. Les mesures ont été réalisées sur des échantillons de 25 moules. Les valeurs entre parenthèses correspondent à l'écart-type.

**Boudins composés de naissain 24-36 mm**

Date de mise en boudin	Nombre d'échantillons analysés	Poids humide total (g)	Poids de chair cuite (g)	Poids de coquille vide (g)	REC scientifique (%)	REC commercial (%)
6 juin 2003	n=6	28,92 (1,20)	6,08 (0,24)	10,66 (0,58)	36,3 (1,9)	21,1 (1,3)
2 juillet 2003	n=8	24,35 (3,37)	5,77 (0,91)	8,63 (1,18)	40,0 (2,6)	23,7 (2,6)
14 juillet 2003	n=4	21,63 (2,24)	5,52 (1,04)	7,53 (0,99)	42,2 (5,3)	25,5 (3,8)
29 juillet 2003	n=2	17,40 (1,41)	4,45 (0,64)	6,89 (0,53)	39,1 (1,6)	25,5 (1,6)
25 août 2003	n=2	13,96 (1,19)	4,00 (0,50)	4,90 (0,04)	44,9 (3,3)	28,6 (1,2)

**Tableau 15.** Résultats des analyses de variance sur les rendements en chair scientifiques, calculés pour les boudins remplis de naissain 12-24 mm.

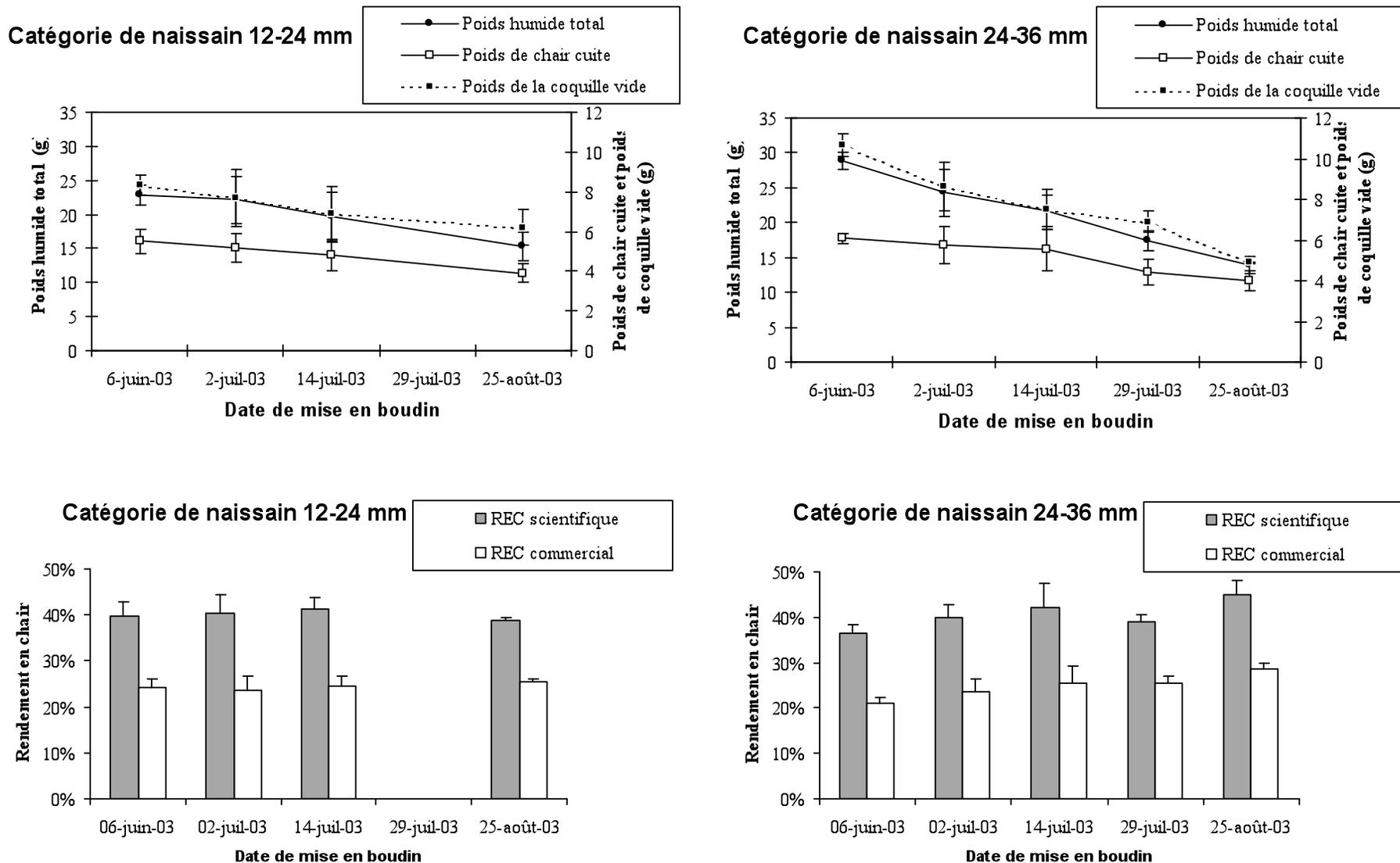
Codification des dates	
6 juin	A
2 juillet	B
14 juillet	C
29 juillet	D
25 août	E

Différences détectées entre les dates de boudinage	Probabilité que la différence soit un effet du hasard
A < C	p = 0,065
A < E	p = 0,028

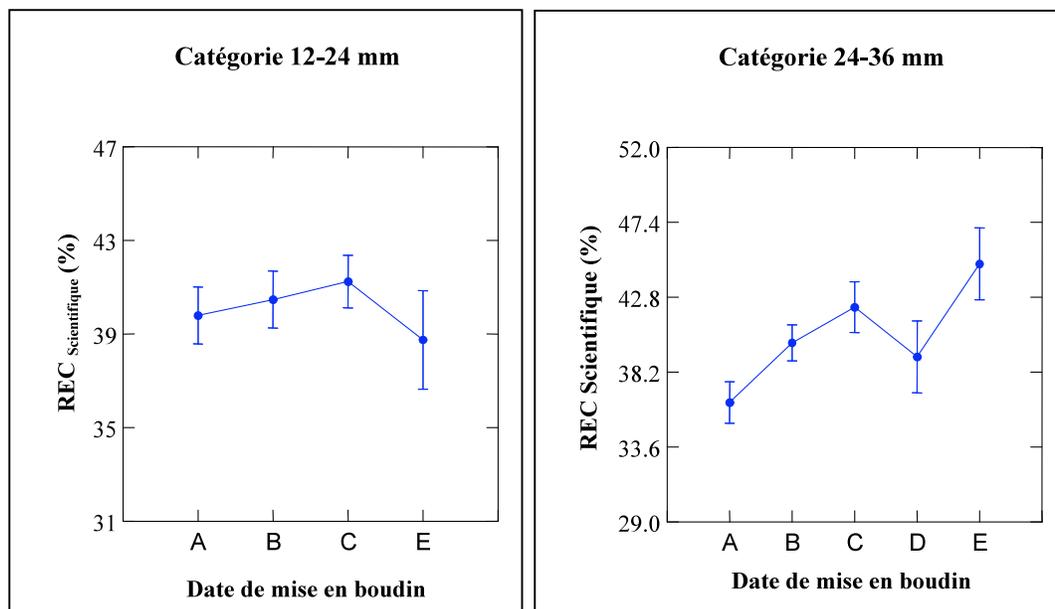
**Tableau 16.** Résultats des analyses de variance sur les rendements en chair commerciaux, calculés pour les boudins remplis de naissain 24-36 mm.

Codification des dates	
6 juin	A
2 juillet	B
14 juillet	C
29 juillet	D
25 août	E

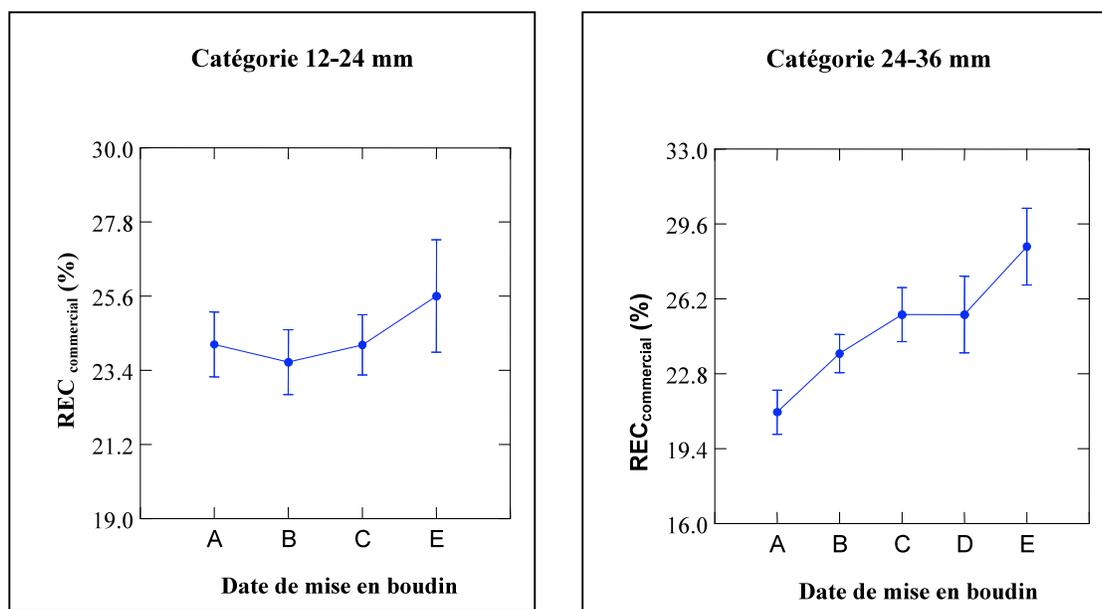
Différences détectées entre les dates de boudinage	Probabilité que la différence soit un effet du hasard
A < C	p = 0,081
A < E	p = 0,012



**Figure 13.** Comparaison des boudins remplis initialement de naissain de 12-24 mm et 24-36 mm. à six dates différentes, entre juin et août 2003. Résultats des mesures de poids humide total, poids de chair cuite, poids de la coquille vide et de rendement en chair au moment de la récolte (n = 25).



**Figure 14.** Résultats de l'analyse de variance. Moyenne des moindres carrés pour le rendement en chair scientifique au moment de la récolte en fonction de la date de mise en boudin. A : 6 juin 2003; B : 2 juillet 2003; C : 14 juillet 2003; D : 29 juillet 2003; E : 25 août 2003



**Figure 15.** Résultats de l'analyse de variance. Moyenne des moindres carrés pour le rendement en chair commercial au moment de la récolte en fonction de la date de mise en boudin. A : 6 juin 2003; B : 2 juillet 2003; C : 14 juillet 2003; D : 29 juillet 2003; E : 25 août 2003.

## 4.8 Comparaison des échantillons prélevés à différentes hauteurs sur les boudins

### 4.8.1 Rendements bruts

Pour la catégorie de naissain 12-24 mm et 24-36 mm, la fourchette de valeurs (min.-max.) des rendements bruts mesurés à différentes hauteurs sur les boudins est présentée dans le **tableau 17**.

**Tableau 17.** Valeurs minimum et maximum du rendement brut mesurées à différentes hauteurs, au moment de la récolte, sur les lots expérimentaux remplis avec la catégorie de naissain 12-24 mm et 24-36 mm

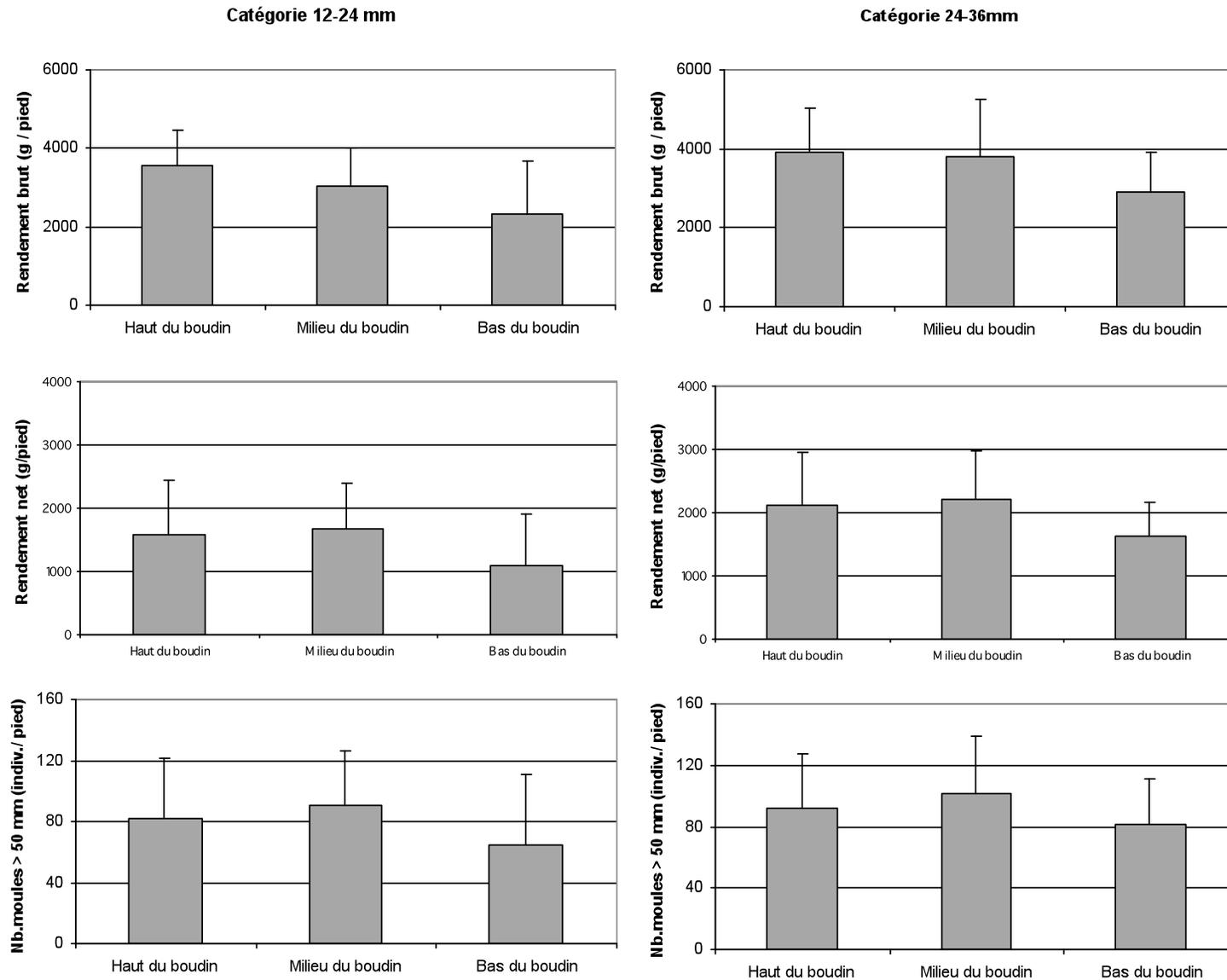
	<b>Catégorie 12-24 mm (g/pied) (min. – max.)</b>	<b>Catégorie 24-36 mm (g/pied) (min. – max.)</b>
Haut du boudin (1,5 m sous la filière)	2184-5234	2208-5898
Milieu du boudin (3 m sous la filière)	440-3956	1924-6464
Bas du boudin (5 m sous la filière)	426-4430	1636-4774

Les valeurs moyennes et les écart-types de chacun des traitements expérimentaux sont présentés dans les **tableaux 18 et 19 et la figure 16**.

**Tableau 18.** Valeurs moyenne du poids brut par pied, du poids net par pied et du nombre de moules de taille commerciale par pied mesurés à différentes hauteurs au moment de la récolte sur les lots expérimentaux remplis avec la catégorie de naissain 12-24 mm. Les valeurs entre parenthèses correspondent à l'écart-type.

### Boudins composés de naissain 12-24 mm

<b>Date de mise en boudin</b>	<b>Nombre d'échantillons analysés</b>	<b>Poids brut (g / pied)</b>	<b>Poids net (g / pied)</b>	<b>Nombre de moules &gt; 50 mm / pied</b>
Haut du boudin (1,5 m sous la filière)	n = 10	3565 (916)	1582 (863)	82 (39)
Milieu du boudin (3 m sous la filière)	n = 10	3026 (997)	1666 (721)	90 (36)
Bas du boudin (5 m sous la filière)	n = 10	2529 (1354)	1090 (828)	64 (47)



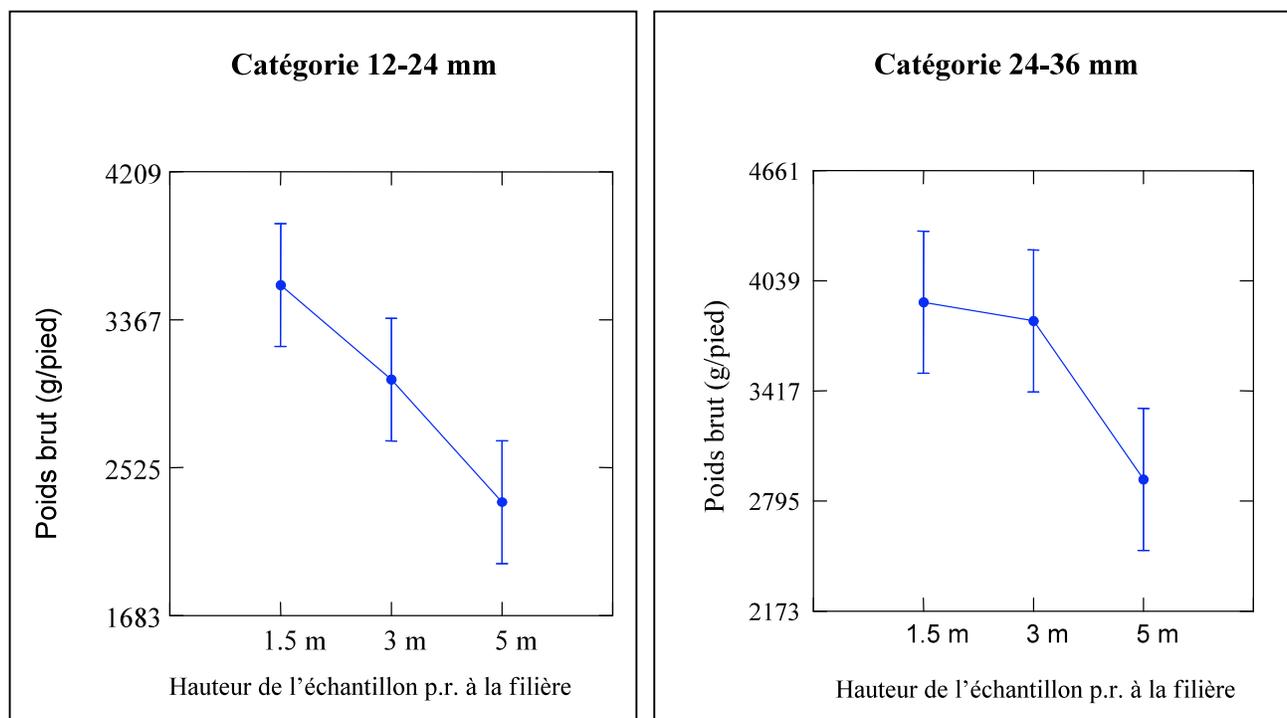
**Figure 16.** Comparaison du rendement brut, du rendement net et du nombre de moules de taille commerciale par pied mesurés au moment de la récolte, à différentes hauteurs sur les boudins, sur les lots expérimentaux remplis avec les catégories de naissain 12-24 mm et 24-36 mm.

**Tableau 19.** Valeurs moyenne du poids brut par pied, du poids net par pied et du nombre de moules de taille commerciale par pied mesurés à différentes hauteurs au moment de la récolte sur les lots expérimentaux remplis avec la catégorie de naissain 24-36 mm. Les valeurs entre parenthèses correspondent à l'écart-type.

### Boudins composés de naissain 24-36 mm

Date de mise en boudin	Nombre d'échantillons analysés	Poids brut (g / pied)	Poids net (g / pied)	Nombre de moules > 50 mm / pied
Haut du boudin (1,5 m sous la filière)	n = 10	3918 (1123)	2110 (849)	92 (35)
Milieu du boudin (3 m sous la filière)	n = 10	3813 (1449)	2209 (759)	102 (36)
Bas du boudin (5 m sous la filière)	n = 10	2918 (991)	1620 (548)	82 (29)

Une analyse de variance réalisée indépendamment pour chaque catégorie de naissain indique que, au moment de la récolte, parmi les boudins réalisés avec du naissain de 12-24 mm, il y a des différences significatives dans le rendement brut selon la hauteur à laquelle l'échantillon a été prélevé sur le boudin ( $p < 0,1$ ). Le poids brut des échantillons prélevés sur le haut des boudins est significativement plus élevé que le poids brut des échantillons prélevés dans la bas des boudins ( $p = 0,048$  ; **figure 17**). Par contre, parmi les boudins réalisé avec du naissain de 24-36 mm, aucune différences significatives n'a été observée dans le rendement brut selon la hauteur à laquelle l'échantillon a été prélevé sur le boudin ( $p > 0,1$  ; **figure 17**)



**Figure 17.** Résultats de l'analyse de variance. Moyenne des moindres carrés pour le rendement brut au moment de la récolte en fonction de la hauteur de l'échantillon par rapport à la filière.

## 4.8.2 Rendements nets

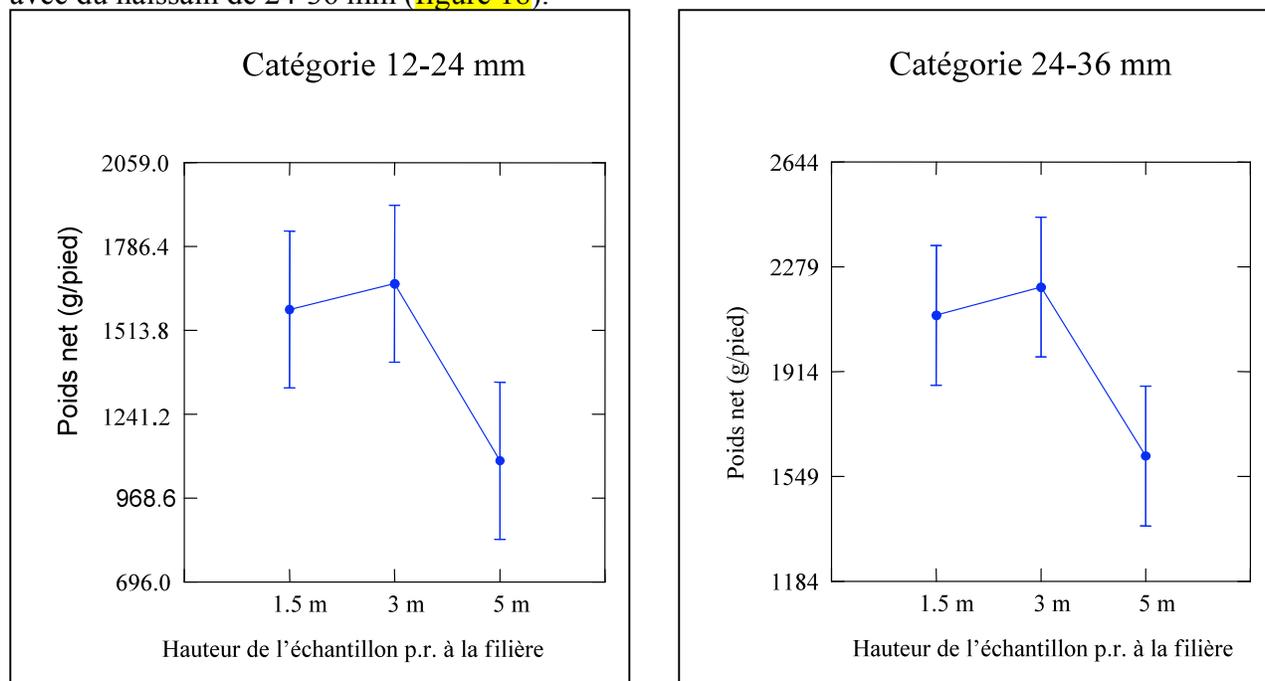
Pour la catégorie de naissain 12-24 mm et 24-36 mm, la fourchette de valeurs (min.-max.) des rendements net mesurés à différentes hauteurs sur les boudins est présentée dans le [tableau 20](#).

**Tableau 20.** Valeurs minimum et maximum du rendement net mesurées à différentes hauteurs, au moment de la récolte, sur les lots expérimentaux remplis avec la catégorie de naissain 12-24 mm et 24-36 mm.

	Catégorie 12-24 mm (g/pied) (min. – max.)	Catégorie 24-36 mm (g/pied) (min. – max.)
Haut du boudin (1,5 m sous la filière)	364-2912	752-3450
Milieu du boudin (3 m sous la filière)	22-2592	876-3112
Bas du boudin (5 m sous la filière)	20-2390	800-2376

Les valeurs moyennes et les écart-types de chacun des traitements expérimentaux sont présentés dans les [tableaux 18 et 19](#) et la [figure 16](#).

Une analyse de variance réalisée indépendamment pour chaque catégorie de naissain indique que, au moment de la récolte, parmi les boudins réalisés avec du naissain de 12-24 mm, il n'y a pas de différences significatives dans le rendement net selon la hauteur à laquelle l'échantillon a été prélevé sur le boudin ( $p > 0,1$  ; [figure 18](#)). La même observation vaut pour les boudins réalisés avec du naissain de 24-36 mm ([figure 18](#)).



**Figure 18.** Résultats de l'analyse de variance. Moyenne des moindres carrés pour le rendement net au moment de la récolte en fonction de la hauteur de l'échantillon par rapport à la filière.

### 4.8.3 Nombre de moules de taille commerciales

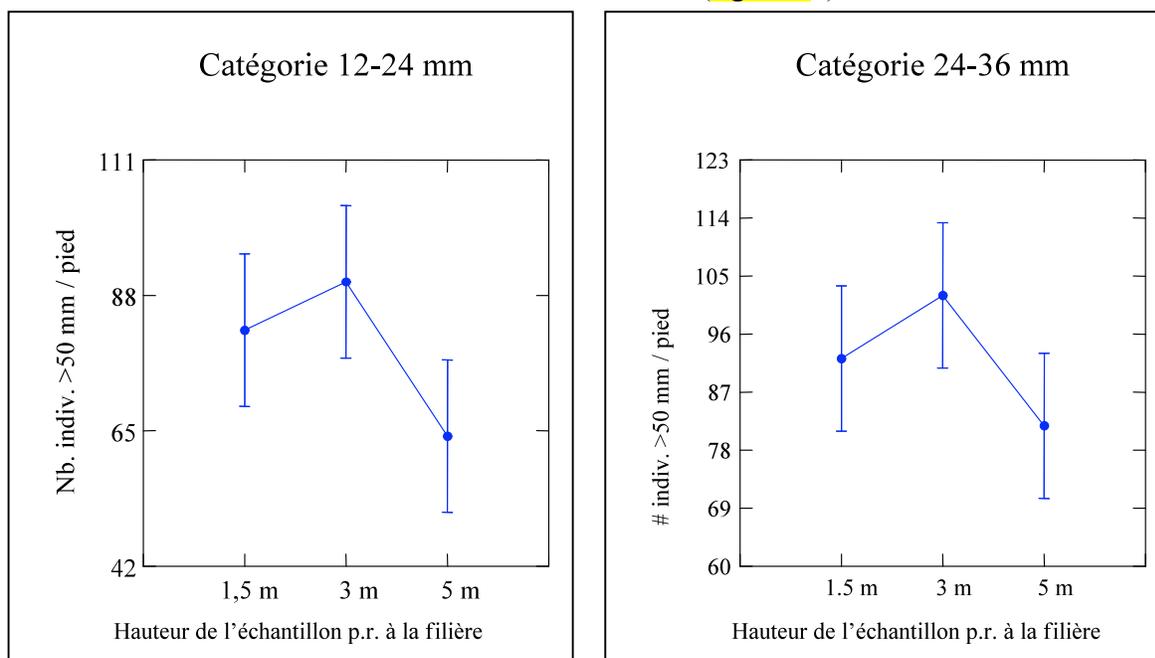
Pour la catégorie de naissain 12-24 mm et 24-36 mm, la fourchette de valeurs (min.-max.) du nombre de moules de taille commerciale par pied mesurés à différentes hauteurs sur les boudins est présentée dans le [tableau 21](#).

**Tableau 21.** Valeurs minimum et maximum du nombre de moules commerciales par pied mesurées à différentes hauteurs, au moment de la récolte, sur les lots expérimentaux remplis avec la catégorie de naissain 12-24 mm et 24-36 mm.

	Catégorie 12-24 mm (indiv./pied) (min. – max.)	Catégorie 24-36 mm (indiv./pied) (min. – max.)
Haut du boudin (1,5 m sous la filière)	24-154	38-153
Milieu du boudin (3 m sous la filière)	1-129	38-145
Bas du boudin (5 m sous la filière)	2-158	40-121

Les valeurs moyennes et les écart-types de chacun des traitements expérimentaux sont présentés dans les [tableaux 18 et 19](#) et la [figure 16](#).

Une analyse de variance réalisée indépendamment pour chaque catégorie de naissain indique que, au moment de la récolte, parmi les boudins réalisés avec du naissain de 12-24 mm, il n'y a pas de différences significatives dans le nombre de moules de taille commerciale selon la hauteur à laquelle l'échantillon a été prélevé sur le boudin ( $p > 0,1$  ; [figure 19](#)). La même observation vaut pour les boudins réalisés avec du naissain de 24-36 mm ([figure 19](#)).



**Figure 19.** Résultats de l'analyse de variance. Moyenne des moindres carrés pour le nombre de moules de taille commerciale par pied de boudin, au moment de la récolte, en fonction de la hauteur de l'échantillon par rapport à la filière.

#### 4.8.4 Quantité de fixation secondaire

Pour la catégorie de naissain 12-24 mm et 24-36 mm, la fourchette de valeurs (min.-max.) des rendements bruts mesurés à différentes hauteurs sur les boudins est présentée dans le **tableau 22**

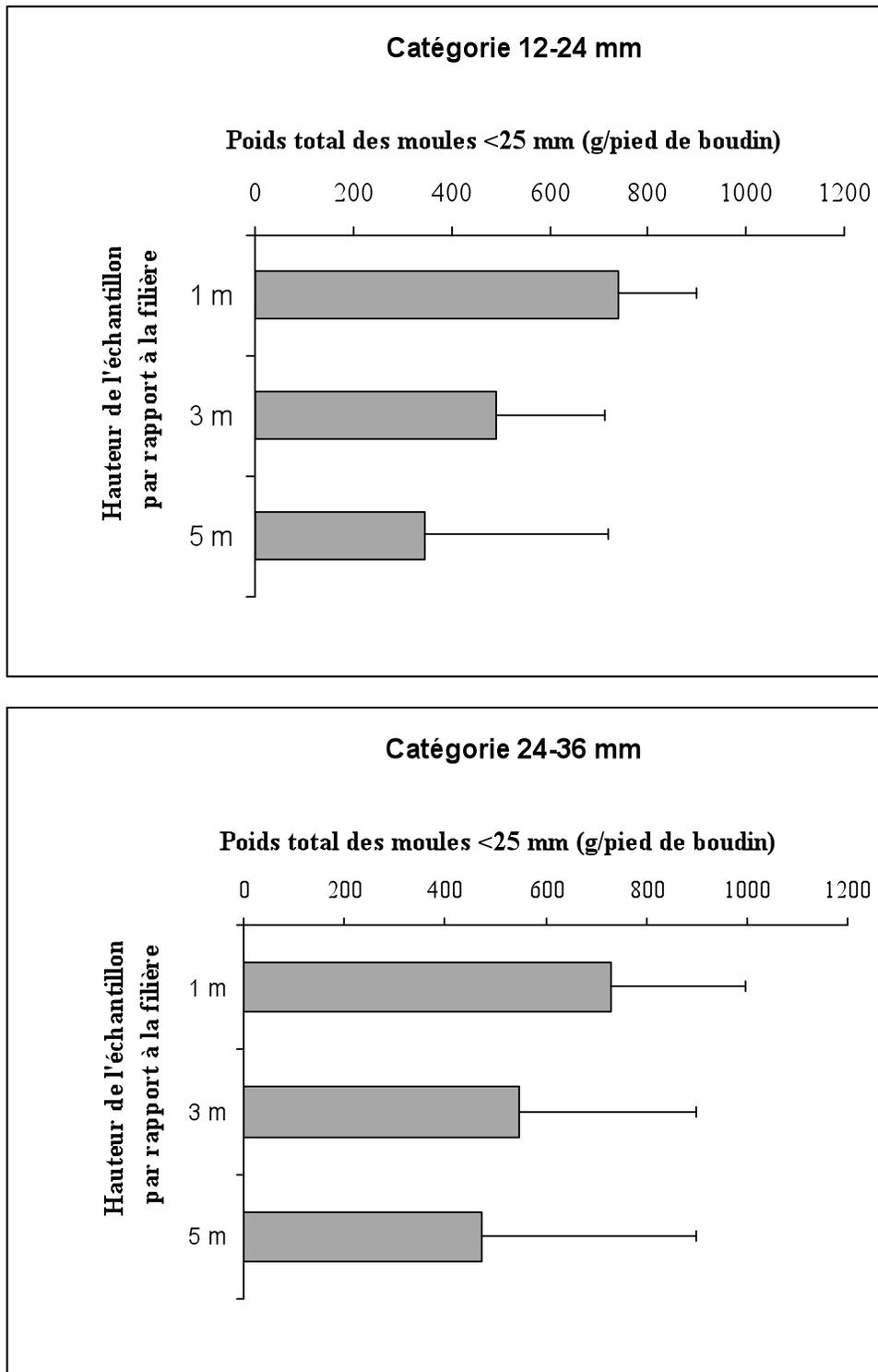
**Tableau 22.** Valeurs minimum et maximum du nombre de moules < 25 mm mesurées à différentes hauteurs, au moment de la récolte, sur les lots expérimentaux remplis avec la catégorie de naissain 12-24 mm et 24-36 mm

	<b>Catégorie 12-24 mm (indiv./pied) (min. – max.)</b>	<b>Catégorie 24-36 mm (indiv./pied) (min. – max.)</b>
Haut du boudin (1,5 m sous la filière)	492 - 1014	410 - 1236
Milieu du boudin (3 m sous la filière)	178 - 840	134 - 1238
Bas du boudin (5 m sous la filière)	0 - 1180	64 - 1278

Les valeurs moyennes et les écart-types de chacun des traitements expérimentaux sont présentés dans le **tableau 23 et la figure 20**.

**Tableau 23.** Valeurs moyenne du nombre de moules < 25 mm par pied mesurés à différentes hauteurs au moment de la récolte sur les lots expérimentaux remplis avec la catégorie de naissain 12-24 mm et la catégorie de naissain 24-36 mm. Les valeurs entre parenthèses correspondent à l'écart-type.

	<b>Nombre d'échantillons analysés</b>	<b>Catégorie 12-24 mm (indiv / pied)</b>	<b>Catégorie 24-36 mm (indiv / pied)</b>
Haut du boudin (1,5 m sous la filière)	n = 10	739 (160)	730 (266)
Milieu du boudin (3 m sous la filière)	n = 10	490 (223)	546 (352)
Bas du boudin (5 m sous la filière)	n = 10	345 (373)	472 (427)



**Figure 20.** Poids des moules <25 mm (fixation secondaire) , au moment de la récolte, en fonction de la hauteur de l'échantillon par rapport à la filière.

Une analyse de variance réalisée indépendamment pour chaque catégorie de naissain indique que, au moment de la récolte, parmi les boudins réalisés avec du naissain de 12-24 mm, il y a des différences significatives dans la quantité de fixation secondaire selon la hauteur à laquelle l'échantillon a été prélevé sur le boudin ( $p < 0,1$  ; [tableau 24 et figure 21](#)). La quantité de fixation secondaire est significativement plus élevée sur le haut du boudin que sur le milieu ( $p = 0,036$ ) ou le bas du boudin ( $p < 0,001$ ). De même la quantité de fixation secondaire est plus élevée sur le milieu du boudin que sur le bas du boudin ( $p = 0,054$ ).

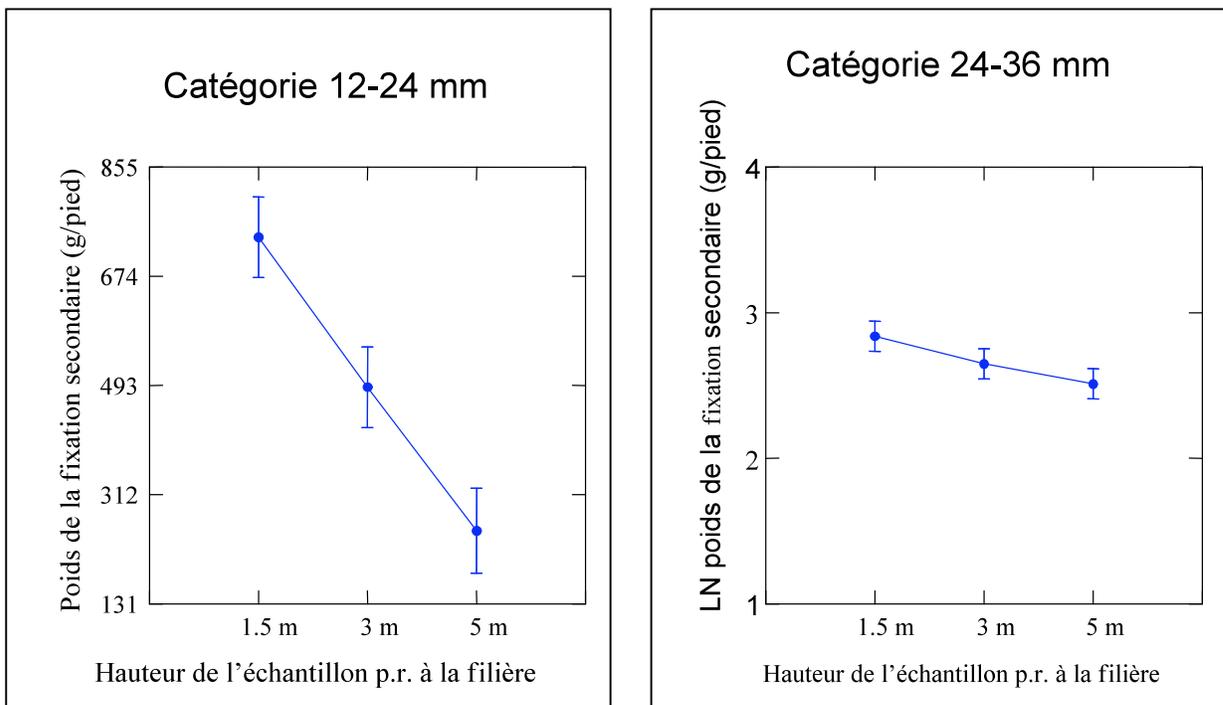
**Tableau 24.** Résultats des analyses de variance sur les rendements en chair scientifiques, calculés pour les boudins remplis de naissain 12-24 mm.

Codification des profondeurs		Différences détectées entre les hauteurs des échantillons sur les boudins	Probabilité que la différence soit un effet du hasard
Haut du boudin	H	H > M > B	$p = 0,036$ ; $p = 0,054$
Milieu du boudin	M	H > B	$p < 0,001$
Bas du boudin	B		

Parmi les boudins réalisés avec du naissain de 24-36 mm, il n'y a pas de différences significatives dans la quantité de fixation secondaire entre le haut et le milieu du boudin, pas plus qu'entre le milieu et le bas du boudin ([Tableau 25 et figure 21](#)). Par contre, lorsqu'on compare les deux extrémités, c'est à dire le haut du boudin et le bas du boudin, la différence est significative ( $p = 0,086$ ).

**Tableau 25.** Résultats des analyses de variance sur les rendements en chair scientifiques, calculés pour les boudins remplis de naissain 24-36 mm.

Codification des profondeurs		Différences détectées entre les hauteurs des échantillons sur les boudins	Probabilité que la différence soit un effet du hasard
Haut du boudin	H	H = M	$p = 0,415$
Milieu du boudin	M	M = B	$p = 0,620$
Bas du boudin	B	H > B	$p = 0,086$



**Figure 21.** Résultats de l'analyse de variance. Moyenne des moindres carrés pour le nombre de moules < 25 mm (fixation secondaire) par pied de boudin, au moment de la récolte, en fonction de la hauteur de l'échantillon par rapport à la filière. Noter que, pour respecter les conditions d'application de l'ANOVA, les valeurs du poids de la fixation secondaire pour la catégorie 24-36 mm ont été transformées en logarithme naturel.

## 5 DISCUSSION

### 5.1 Disponibilité et qualité du naissain

Les résultats montrent que le naissain de 36 + mm est disponible en relativement faible quantité entre juin et août puisque, même à la fin du mois d'août (naissain de 14 mois), cette catégorie ne représentait pas plus de 14 % du naissain total après tri (Figure 6). Cette catégorie de naissain aurait sans doute été plus abondante à la fin de l'automne (naissain de 16-17 mois). Le naissain de 12-24 mm a représenté >50 % du naissain disponible jusqu'à la mi-juillet après quoi, c'est le naissain de 24-36 mm qui a dominé. Si des opérations de boudinage doivent être envisagées en été, c'est donc ces deux catégories de naissain qui seront essentiellement utilisées.

Pour ce qui est de la qualité du naissain, la diminution progressive des REC observés à partir de la fin de juillet, dans les trois catégories de naissain, alors que la longueur des moules sélectionnées restait similaire à celle de juin, suggère soit une diminution de la quantité d'aliments disponibles pour le naissain, soit une période de ponte (Tableaux 5 et 6 ; Figures 8 et 9). Nous ne disposons pas d'informations sur la quantité d'aliments disponibles dans l'eau à cette période. Par contre, les observations faites sur le bateau au moment du boudinage indiquent que, dès la fin juillet, le naissain était en période de ponte. À ce moment, le naissain avait 13 mois. Dans la littérature, il est indiqué que la moule bleue est capable de pondre lorsqu'elle atteint 30 mm, soit à 10 mois (Gosling 1992).

La reproduction est reconnue comme une source de stress intense pour les moules et atteint son maximum durant la période juste avant la ponte jusqu'après la ponte (Harding 2004). Dans la Baie des Chaleurs, la période de la mi-été (juillet) est d'ailleurs caractérisée par une baisse de l'activité phagocytaire chez les moules d'élevage et cette baisse de la compétence immunitaire a été associée au stress de la ponte (Lemaire N, 2006). Le stress de la ponte pourrait influencer la mortalité mais également la capacité du naissain à se mouvoir dans le boudin pour s'attacher et se réorienter. Du point de vue de la qualité du naissain, tel que mesuré par le REC, il semble donc que le mois d'août soit moins propice aux opérations de boudinage.

### 5.2 Indicateurs de rendements vs date de mise en boudin

La date de mise à l'eau ne semble pas se traduire par d'importantes différences de rendement (brut, net ou rendement en chair) pour les boudins réalisés avec du naissain de 12-24 mm. Ainsi pour le naissain 12-24 mm les rendements nets moyens sont toujours au dessus de 4,5 kg/mètre quelle que soit la date de mise en boudin, ce qui constitue un rendement intéressant pour les producteurs (S. Morissette, comm. pers.).

Ce sont les boudins réalisés avec du naissain de 24-36 mm qui, au moment de la récolte en juin 2005, présentent des différences significatives de rendement en fonction de la date de mise à l'eau. La mise en boudin de naissain de 24-36 mm après la mi-juillet se traduit au moment de la

récolte par des rendements bruts, des rendements nets et un nombre de moules commerciales par pied de boudin significativement inférieurs à ceux des boudin qui ont été mis à l'eau avant la mi-juillet 2003. En particulier, le rendement net moyen est diminué de moitié puisqu'il passe de plus de 7 kg/m à moins de 3 kg/m (Tableau 8 et Figure 10).

Pour le naissain de 24-36 mm, le rendement en chair dans les boudins qui ont été mis à l'eau à la fin du mois d'août apparaît supérieur au REC des boudins qui ont été mis à l'eau au début de juin (Figure 13). Cependant, cette différence est attribuable à la diminution plus importante du poids humide total, qui passe de 29 g à 14 g, et du poids de la coquille, qui passe de 11 g à 5 g pour les moules boudinées respectivement en juin et août, que la diminution du poids de chair cuite, qui passe de 6 g à 4 g pour les mêmes périodes de mise en boudin. Par conséquent, même si le REC semble augmenter, il y a en fait une baisse de la quantité de chair dans les moules boudinées en août par rapport à celles boudinées en juin.

Au vu de l'ensemble des indicateurs de rendement, il apparaît donc que la fin juillet a constitué une période charnière pour la mise en boudin du naissain de taille supérieure à 24 mm. On peut se demander si cela est dû à une augmentation du nombre d'individus qui entrent en période de ponte dans cette catégorie de naissain après la mi-juillet, ce augmentant par là la mortalité du naissain et/ou affaiblissant leur capacité de reconstituer un byssus pour s'attacher aux boudin.

### 5.3 Rendements vs hauteur des échantillons

Selon l'endroit (la hauteur) sur le boudin à laquelle l'échantillon est prélevé au moment de la récolte, on perçoit une différence significative dans les poids bruts des échantillons mais pas dans le poids net ni dans le nombre de moules de taille commerciale par pied de boudin (Figure 16 et tableaux 18 et 19). Les résultats indiquent que la différence de poids brut est causée par la plus grande quantité de fixation secondaire (2<sup>nd</sup> set) sur le haut des boudins (Figure 20). Ceci implique que les rendements nets mesurés en prélevant des échantillons seulement sur le haut des boudins peuvent être utilisés pour évaluer la production globale de la filière.

## 6. RECOMMANDATIONS

Les résultats du présent travail nous permettent d'établir une série de recommandations aux producteurs de moules de la baie de Caspédia qui souhaiteraient prolonger la période de mise en boudin durant tout l'été tout en conservant des rendements nets supérieurs à 4,5 kg par mètre (1,4 kg/pied).

Jusqu'à la mi-juillet, le producteur

- Peut utiliser tout le naissain disponible (12-24 mm et 24-36 mm) ;
- Peut sélectionner la catégorie de naissain 24-36 mm pour obtenir des rendements plus élevés.

Après la mi-juillet, le producteur

- Devrait utiliser seulement la catégorie de naissain 12-24 mm.

## **7. BIBLIOGRAPHIE**

Gosling, E. G. (1992). *The Mussel Mytilus: Ecology, Physiology, Genetics and Culture*. New-York, Elsevier.

Harding, J. M., Couturier, C., Parsons, G.J. et Ross, N.W. (2004). "Evaluation of the neutral red assay as a stress response indicator in cultivated mussels (*Mytilus* spp.) in relation to post-harvest processing activities and storage conditions." *Aquaculture* **231**: 315-326.

Ibarra, D. et Couturier, C. (1998). "Factors influencing cultured mussel meat yields and recommendations for a standard method." *Bull. Aquacul. Assoc. Canada* **98-2**: 59-61.

Ibarra, D., Couturier, C. et T. Mills (2000). Ch. 19. Calculation of meat yields by mussel growers in Newfoundland., ScienceTech Publishing: 261-269.

## **8. CRÉDITS**

À chacune des étapes clés, de la planification jusqu'à la réalisation, la phase III du programme d'amélioration des pratiques mytilicoles a bénéficié de l'intervention des personnes suivantes : M. Stéphane Morissette, directeur de l'entreprise Les Moules Cascapédia, M. Marcel Roussy, biologiste au MAPAQ, M. Gilles Lapointe, technicien au Mapaq, Mme Valérie McInnis, M. Ian Beaudin, M. Daniel Bourdages et M. Jean-Gilles Lelièvre, techniciens au CCTTP, M. Laurent Girault, Mme Karen Lord et Mme Marie-Hélène Fournier, chargés de projet au CCTTP, Mme Marie-Lyne Larrivée, coordonnatrice à la recherche au CCTTP, sans oublier les équipages du GRT Symbiose et du GRT Synchro. M. Benoît Thomas, biologiste au MAPAQ, a aimablement fourni des enregistrements de thermographes. Mme Carole Lelièvre, enseignante au CSP, a réalisé la révision linguistique du présent rapport.