



SODIM

Société de développement de l'industrie maricole inc.

*Programme d'amélioration des pratiques
mytilicoles par l'optimisation systématique des
opérations de production – Phase 4*

Rapport final

Dossier n° 710.1

Rapport commandité par la SODIM

Octobre 2008

**PROGRAMME D'AMÉLIORATION
DES PRATIQUES MYTILICOLES PAR
L'OPTIMISATION SYSTÉMATIQUE
DES OPÉRATIONS DE
PRODUCTION : PHASE IV**

RAPPORT FINAL PRÉSENTÉ PAR

MARIE-JOËLLE LEBLANC ET ÉRIC TAMIGNEAUX

HALIEUTEC

ÉCOLE DES PÊCHE ET DE L'AQUACULTURE DU QUÉBEC

OCTOBRE 2008

TABLE DES MATIÈRES

TABLE DES MATIÈRES	2
LISTE DES TABLEAUX.....	3
LISTE DES FIGURES	4
1. INTRODUCTION	5
2. LE PROGRAMME.....	6
2.1 La phase IV	6
2.2 Objectifs de la phase IV	7
3. MATÉRIEL ET MÉTHODES.....	8
3.1 Site expérimental	8
3.2 Variables environnementales.....	9
3.3 Caractéristiques du naissain utilisé	9
3.4 Boudinage des moules	9
3.5 Répartition des lots expérimentaux sur les filières	11
3.6 Prise d'échantillon à la récolte.....	11
3.7 Analyses de laboratoire.....	12
3.8 Analyses statistiques.....	13
4. RÉSULTATS.....	15
4.1 Caractéristiques du naissain utilisé	15
4.2 Efficacité du tri du naissain.....	16
4.3 Densité des moules au moment de la mise en boudin	16
4.4 Rendement selon la position de l'échantillon sur la boucle d'un boudin de moule.....	17
4.5 Projet 1 a : densité initiale du naissain.....	18
4.6 Projet 1 b : type de boudin	19
4.7 Projet 2 : tri du naissain	22
5. DISCUSSION.....	24
5.1 Contrôle de la densité des moules au moment de la mise en boudin.....	24
5.2 Différences de rendement sur la hauteur du boudin	24
5.3 Différences de rendement selon la densité initiale de boudinage.....	24
5.4 Différences de rendement selon le type de boudin	25
5.5 Différences de rendement selon la taille du naissain	26
6. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS À L'INDUSTRIE.....	27
7. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	28
ANNEXE 1. Disposition des lots expérimentaux sur les filières	29

LISTE DES TABLEAUX

- Tableau 1.** Paramètres initiaux et finaux de la phase IV.
- Tableau 2.** Résultats des mesures de densité de moules sur les échantillons prélevés au moment de la confection des boudins expérimentaux, en été 2005. E : Espagnol ; NZ : Néo-zélandais ; PN : petit naissain ; GN : gros naissain ; NNT : naissain non-trié.
- Tableau 3.** Paramètres mesurés à la récolte.
- Tableau 4.** Transformations apportées aux données selon les quatre facteurs analysés.
- Tableau 5.** Taille moyenne, variance et écart-type de la longueur des moules, mesurés sur des échantillons recueillis sous la trieuse de naissain.
- Tableau 6.** Densité initiale de boudinage (moyenne, écart-type et variance) telle que mesurée sur des échantillons de moules prélevés sur les boudins au moment de leur mise à l'eau. NZ : boudin néo-zélandais sans taquette ; E : boudin espagnol avec taquettes ; NNT : naissain non-trié (12-39 mm) ; PN : petit naissain (12-20 mm) ; GN : gros naissain (21-39 mm).
- Tableau 7.** Résultats de l'ANOVA à un facteur (position de l'échantillon sur le boudin) pour les sept variables dépendantes. B : échantillon pris dans le bas du boudin ; M : échantillon pris au milieu du boudin ; H : échantillon pris dans le haut du boudin.
- Tableau 8.** Indicateurs de rendement à la récolte pour les moules boudinées à trois densités différentes (moyenne \pm écart-type). NZ-250 : 250 individus par pied de boudin, NZ-500 : 500 individus par pied de boudin et NZ-700 : 700 individus par pied de boudin
- Tableau 9.** Résultats de l'ANOVA à un facteur (densité initiale du naissain) pour les sept variables dépendantes. 250 : 250 moules/pied ; 500 : 500 moules/pied ; 700 : 700 individus/pied. A. Anova calculée avec les échantillons prélevés sur le haut des boudins. B. Anova calculée avec tous les échantillons.
- Tableau 10.** Indicateurs de rendement à la récolte pour les moules boudinées à une densité de 700 individus par pied selon la méthode espagnole avec taquettes (E) et la néo-zélandaise sans taquettes (NZ) (moyenne \pm écart-type).
- Tableau 11.** Résultats de l'ANOVA à un facteur (type de boudin) pour les sept variables dépendantes. NZ : boudin néo-zélandais sans taquette ; E : boudin espagnol avec taquettes. A. Anova calculée avec les échantillons prélevés sur le haut des boudins. B. Anova calculée avec tous les échantillons.
- Tableau 12.** Indicateurs de rendement à la récolte pour des lots de boudins remplis de naissain trié ou non trié (moyenne \pm écart-type). PN : petit naissain (12-21 mm) ; NNT : naissain non-trié (22-39 mm) ; GN : gros naissain (31-39 mm).
- Tableau 13.** Résultats de l'ANOVA à un facteur (tri du naissain) pour les sept variables. PN : petit naissain (12-20 mm) ; GN : gros naissain (21-39 mm). A. Anova calculée avec les échantillons prélevés sur le haut des boudins. B. Anova calculée avec tous les échantillons.

Tableau 14. Comparaison de l'âge des moules et des rendements moyens à la récolte pour les traitements expérimentaux de référence (250 moules par pied, technique de boudinage néo-zélandaise hybride) aux différentes phase du programme d'amélioration des pratiques mytilicoles par l'optimisation systématique des opérations de production.

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.
- Figure 2.** Caractérisation du naissain utilisé pour les boudins expérimentaux (moyenne \pm écart-type).
- Figure 3.** Densité initiale de boudinage telle que mesurée sur des échantillons de moules prélevés sur les boudins au moment de leur mise à l'eau (moyenne \pm écart-type). NZ : boudin néo-zélandais sans taquette ; E : boudin espagnol avec taquettes ; NNT : naissain non-trié (12-39 mm) ; PN : petit naissain (12-20 mm) ; GN : gros naissain (21-39 mm) ; 250 : 250 moules/pied ; 500 : 500 moules/pied ; 700 : 700 individus/pied.
- Figure 4.** REC commercial en fonction de la densité initiale du naissain exprimée en nombre d'individus par pied de boudin (moyenne \pm écart-type).
- Figure 5.** Rendement brut et rendement net en fonction du type de boudin. NZ : boudin néo-zélandais sans taquette ; E : boudin espagnol avec taquettes (moyenne \pm écart-type).
- Figure 6.** Proportion des moules de taille commerciale et densité des moules de plus de 25 mm en fonction du type de boudin. NZ : boudin néo-zélandais sans taquette ; E : boudin espagnol avec taquettes (moyenne \pm écart-type).
- Figure 7.** Densité des moules de moins de 25 mm, issues de la fixation secondaire, en fonction du type de boudin. NZ : boudin néo-zélandais sans taquette ; E : boudin espagnol avec taquettes (moyenne \pm écart-type).
- Figure 8.** REC scientifique et commercial en fonction du type de boudin. NZ : boudin néo-zélandais sans taquette ; E : boudin espagnol avec taquettes (moyenne \pm écart-type).
- Figure 9.** Pourcentage de moules commerciales en fonction du tri du naissain. PN : petit naissain (12-21 mm) ; NNT : naissain non-trié (22-39 mm) ; GN : gros naissain (31-39 mm) (moyenne \pm écart-type).
- Figure 10.** Pourcentage de moules commerciales en fonction du tri du naissain. PN : petit naissain (12-21 mm) ; NNT : naissain non-trié (22-39 mm) ; GN : gros naissain (31-39 mm) (moyenne \pm écart-type).

1. INTRODUCTION

Différentes approches de boudinage des moules pour la culture en suspension sont utilisées dans le monde. Au Québec, seules deux techniques de boudinage sont en usage. Le boudinage traditionnel, ou boudinage discontinu, 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. Avec cette méthode, au Québec, les rendements obtenus sont de l'ordre de 1 kg de moules commerciales par pied de boudin (3kg/m) (R.Allard, comm. pers.). Le boudinage traditionnel a cependant le défaut d'être peu mécanisé et de demander beaucoup de temps et de main-d'œuvre. De plus, une partie des opérations de boudinage se fait généralement à terre, ce qui entraîne des pertes de temps. La seconde technique utilisée est le boudinage en continu, avec une disposition des boudins en boucles, sous la filière de subsurface. Cette technique, importée de Nouvelle-Zélande, s'accompagne d'une mécanisation qui permet de réaliser toutes les opérations en mer, sur le bateau. Le boudinage en continu intéresse particulièrement les mytiliculteurs néo-écossais mais gagne aussi en popularité à Terre-Neuve, au Nouveau-Brunswick et est rapidement devenu la norme au Québec.

Lorsque le boudinage mécanisé a été introduit au Québec, les résultats ont d'abord été décevants puisque les rendements étaient descendus à 0,3 kg de moule commerciale récoltée par pied de boudin (1 kg/m) (R.Allard, comm. pers.). Par contre, le travail est devenu moins pénible et la vitesse de travail a été multipliée par dix puisque le boudinage mécanisé permettait de réaliser 2000 mètres de boudin par jour avec un équipage de quatre personnes.

La méthode étant encore nouvelle au Canada, tout comme les équipements et les matériaux, les possibilités d'acquisition de connaissances *via* un transfert technologique en provenance d'une autre province étaient limitées. Il était donc essentiel d'essayer de maîtriser cette technique de plus en plus populaire auprès de nos mytiliculteurs et d'en minimiser les coûts. Il convenait en particulier de travailler à ajuster les équipements et la technique aux conditions du Québec afin de rendre cette méthode plus performante et plus rentable. C'est à partir de ce constat qu'a été mis sur pied en 2002 un programme d'amélioration des pratiques mytilicoles, par l'optimisation systématique des opérations de production. L'objectif de ce programme était d'optimiser la méthode du boudinage mécanisé afin de la rendre rentable, opérationnelle et compétitive chez les mytiliculteurs gaspésiens.

2. LE PROGRAMME

Les activités de ce programme sont le fruit de la réflexion concertée d'un groupe de travail créé en 2001. Sa composition, qui peut changer en fonction des problèmes à résoudre, associe des producteurs, des ressources du MAPAQ et des conseillers techniques du CCTTP. En rassemblant et en diversifiant les expertises, le groupe 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).

2.1 La phase IV

En avril 2005, une rencontre entre les mytiliculteurs de la baie de Cascapédia, les chercheurs du MAPAQ, les représentants de la SODIM et les chercheurs du CCTTP a eu lieu pour discuter des résultats de la phase II. Une discussion a permis de définir les orientations pour la réalisation de la phase IV qui est détaillée ci-après.

Pour mieux orienter la phase IV, un travail de recherche d'information a également été entrepris en mai 2005 pour vérifier si des densités supérieures à 350 moules au pied avaient déjà été testées ailleurs. Il semble que des densités élevées ont fait l'objet de quelques travaux de recherche mais aucun rapport n'a encore été publié. Ci-dessous se trouvent les résumés de l'information recueillie. Il apparaît que les résultats des travaux disponibles sont très variables.

MPO, Institut Maurice Lamontagne. Les travaux théorique de modélisation de M. Fréchette (2005) semblent indiquer que la biomasse (poids sec de chair) diminue au fur et à mesure que la densité de boudinage augmente. D'autres résultats provenant d'une expérience de terrain (Wilson *et al.*, 2004) comparant la production de boudins avec deux densités différentes (366 et 566 indiv./pied) indiquent que la densité finale est indépendante de la densité initiale et atteint 275 indiv./pied. Dans cette expérience, le rendement final était indépendant de la densité de boudinage initiale.

MAPAQ, Station technologique maricole des Îles. Selon Bruno Myrand, les producteurs de l'Île du Prince-Edouard utilisent depuis toujours une densité avoisinant les 200 moules au pied avec le succès qu'on leur connaît. Il y aurait depuis peu des tentatives de boudiner à des densités plus élevée pour laisser le moins d'espace possible au espèces indésirables (tuniciers) mais les résultats ne sont pas encore connus.

Université du New Hampshire (Maine, USA). Les densités de boudinage testées ont varié entre 150 et 325 indiv/pied. Une densité de boudinage de 275 moules au pied n'affecte pas les taux de croissance. À plus haute densité, la croissance est ralentie légèrement mais les rendements sont plus élevés. Ils ont testé une seule fois une densité de 390 moules/pied mais ils ont eu beaucoup de décrochages à la récolte. Selon R.

Langan, certains éleveurs utilisent des disques ou des taquettes pour travailler à plus haute densité.

Université Memorial (Terre-Neuve, Canada). Les rendements augmentent proportionnellement à la densité de boudinage mais il semble que la réduction dans l'apport de nourriture influence également les rendements. Le boudinage avec des densités entre 200 et 500 moules par pied de boudin (moules de 20-25 mm de longueur) marche très bien dans certains environnements. Sur les sites caractérisés par de faible flux de "nourriture" c'est la densité de 200 moules au pied qui permet d'obtenir un bon rendement par boudin. En fait les résultats semblent suivre la théorie de l'auto-réduction de Marcel Fréchette.

Dans les zones où il y a plusieurs fixation (second set, etc.), les densités de 300-400 moules par pied de boudin marchent beaucoup mieux en terme de rendement économique mais il faut aussi considérer la profondeur de placement des boudins et le temps de l'année du boudinage. En fait, les densités les plus élevées semblent prévenir la fixation secondaire (second set) dans les sites qui sont profonds (35 mètres et plus).

2.2 Objectifs de la phase IV

Entre le mois de juin 2005 et le mois de novembre 2006, deux projets ont été menés en parallèle en utilisant la technique de boudinage hybride sur fuzzy-rope noir. Les objectifs respectifs de ces deux projets sont les suivants :

Objectif du projet 1 : a) Tester l'effet d'une densité de boudinage élevée sur le rendement final à la récolte, soient 500 et 700 moules par pied (boudins néo-zélandais hybrides et naissain de 12-20 mm). Pour fin de comparaison avec la procédure standard de l'industrie, un traitement expérimental comparatif à 250 moules par pied a été utilisé.

b) Pour le traitement 700 moules par pied, l'effet des taquettes espagnoles a été testé en parallèle. Cinq lots avec taquettes ont été placés sur les filières en plus des 5 lots sans taquette.

Objectif du projet 2 : Tester l'effet du tri du naissain sur le rendement final à la récolte, soient 1 traitement expérimental de naissain brut sommairement trié (12-39 mm; 250 indiv./pied) et deux traitements correspondant à deux classes de taille de naissain trié (12-20 mm et 21-39 mm; 250 indiv./pied).

N.B. La décision de mener deux projets séparés au lieu d'un seul projet avec des traitements croisés a été motivée par un souci d'améliorer la puissance de discrimination des différences de rendement au moment de l'analyse des résultats.

3.2 Variables environnementales

Au moment des opérations de mise en boudin et de récolte du naissain, quelques données environnementales ont été estimées : température de l'air et de l'eau, état de la mer, vitesse des vents et couverture nuageuse.

3.3 Caractéristiques du naissain utilisé

La récolte du naissain utilisé pour remplir les lots expérimentaux de la phase IV a eu lieu le 22 juillet 2005. Le naissain provenait des filières de naissain réservées pour le programme d'optimisation du boudinage qui avaient été mises à l'eau en juin 2004 sur le site de Moules Cascapédia.

Quatre échantillons de un pied de long ont été récoltés sur les filières 18 et 27, dans le but d'évaluer la densité du naissain sur les collecteurs. Ces échantillons ont été entreposés dans des sacs au frais, en vue d'une analyse au laboratoire de Halieutec. À noter que les collecteurs étaient recouverts de naissain sur 85% de leur longueur ; le haut des boucles des collecteurs était très chargé de naissain, tandis que le bas comportait moins de moules (on voyait parfois le câble dénudé).

3.4 Boudinage des moules

La mise en boudin a eu lieu le 22 juillet 2005 avec du naissain dont l'âge était approximativement de 12 mois. Le naissain était théoriquement trié de la façon suivante :

- Petit : 12-21 mm
- Moyen : 22-30 mm
- Gros : 31-39 mm

Pour obtenir l'équivalent du naissain non-trié, le moyen et le gros naissain (22-39 mm) étaient mélangés dans les mêmes poches lors de l'entreposage. Trois échantillons d'environ 200 moules ont été récoltés sur la filière 18 (petit, moyen et gros naissain), dans le but de vérifier l'efficacité de la trieuse. Ces échantillons ont été entreposés dans des sacs au frais, en vue d'une analyse en laboratoire.

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 de 250, 500 et 700 moules par pied.

Les boudins étaient suspendus sous la filière en pratiquant une alternance de grandes boucles (10 m long ; 5 m hauteur) et de petites boucles (1 m long, 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. Les paramètres initiaux et finaux sont présentés au **tableau 1** et les densités de boudinage associées aux différents lots sont présentées au **tableau 2**.

Tableau 1. Paramètres initiaux et finaux de la phase IV.

Origine du naissain	Baie de Cascapédia
Date de captage du naissain	Juin 2004
Taille du naissain utilisé	Non-trié : 22-39 mm Petit : 12-21 mm Gros : 31-39 mm
Densités initiales de boudinage	250, 500 et 700 moules / pied
Date de mise en boudin	22 juillet 2005 (âge des moules : 14 mois)
Date d'échantillonnage intermédiaire	01 novembre 2005 (âge des moules : 16 mois)
Date de récolte des boudins	16 novembre 2006 (âge des moules : 29 mois)

Tableau 2. Résultats des mesures de densité de moules sur les échantillons prélevés au moment de la confection des boudins expérimentaux, en été 2005. E : Espagnol ; NZ : Néo-zélandais ; PN : petit naissain ; GN : gros naissain ; NNT : naissain non-trié.

Filière	lot	Type de boudin	Taille naissain	Densité initiale visée (moules/pi)	Densité initiale mesurée (moules/pi)
104	371-462	NZ	NNT	250	346
104	454-25	NZ	NNT	250	465
104	80-463	NZ	NNT	250	281
105	158-293	NZ	NNT	250	614
105	30-75	NZ	NNT	250	133/100/183
104	219-31	NZ	GN	250	254
104	406-482	NZ	GN	250	268
105	166-57	NZ	GN	250	294
105	316-424	NZ	GN	250	251
105	64-217	NZ	GN	250	232
104	260-84	NZ	PN	250	317/347
104	408-444	NZ	PN	250	n.d.
104	492-491	NZ	PN	250	242/344
105	363-474	NZ	PN	250	171
105	85-477	NZ	PN	250	243
104	226-313	NZ	PN	500	243/629/596
104	384-497	NZ	PN	500	?
104	457-304	NZ	PN	500	407
105	437-372	NZ	PN	500	475
105	489-317	NZ	PN	500	488
104	218-54	NZ	PN	700	948-515
105	254-257	NZ	PN	700	n.d.
105	378-295	NZ	PN	700	722
105	416-291	NZ	PN	700	656
105	453-296	NZ	PN	700	711
104	225-252	E	PN	700	1661
104	410-388	E	PN	700	681
104	405-77	E	PN	700	885
105	216-185	E	PN	700	686
105	312-82	E	PN	700	322

3.5 Répartition des lots expérimentaux sur les filières

Les différentes combinaisons de densité et de tri de naissain se retrouvent sur 30 lots de boudins, répartis sur deux filières différentes (#104 et #105). Ces filières sont disposées sur un seul alignement. Étant donné le changement dans la stratégie de récolte (voir le point 3.6 ci-dessous), chaque traitement expérimental a été réduit à 5 boucles (55 m de boudin par lot expérimental). Les lots expérimentaux des 2 projets ont été répartis en alternance selon une distribution systématique sur 2 filières pour éviter un effet filière (**annexe 1**).

Les deux filières du dispositif expérimental ont reçu chacune quinze lots de 100 m, correspondant à trois densités différentes (250, 500 et 700 moules/pied) et à trois différents tris de naissain (non-trié, petit naissain et gros naissain), avec 5 réplicats par traitement pour augmenter la puissance des analyses statistiques, donnant un total de 25 lots expérimentaux. Il faut noter que, dans le design expérimental, les cinq lots de 250 moules/pied du projet 1 correspondent aux cinq lots de petit naissain du projet 2, ce qui permet une économie de temps, d'argent et de filière.

Par ailleurs, dans le projet 1, cinq lots espagnols ont également été boudinés avec 700 moules/pied et des taquettes de plastique (22 x 2,5 x 2,5 cm) afin de comparer la différence de rendement avec les boudins néo-zélandais sans taquette. En effet, si dans la phase 2, l'avantage des taquettes n'est pas apparu c'est peut-être qu'à plus faible densité, les taquettes ne sont pas utiles.

En résumé, voici le design expérimental des deux projets :

Projet 1 :

- 3 traitements expérimentaux de 5 boucles x 5 réplicats = 825 m de boudin expérimental = 124 m de filière
- 5 lots avec taquettes = 275 m de boudin = 41 m de filière.

Projet 2 :

- 2 traitements expérimentaux de 5 boucles x 5 réplicats = 550 m de boudin expérimental = 83 m de filière.

3.6 Prise d'échantillon à la récolte

Des échantillons intermédiaires ont été prélevés sur les lots expérimentaux en novembre 2005, soit après 4 mois de croissance en boudin, pour suivre l'évolution des boudins. La récolte finale des moules de la Phase IV a eu lieu le 16 novembre 2006, soit après 15 mois de croissance en boudin, les moules ayant à ce moment accumulé 27 mois de croissance en suspension depuis le captage du naissain (**tableau 1**). Ceci correspond au

cycle normal de production commerciale en Gaspésie, soit environ 28 mois (2,5 ans) de croissance en suspension, incluant la collecte.

Une modification à la technique de récolte des échantillons a été proposée pour éviter de gaspiller les moules tout en gagnant de la précision dans les analyses et dans la capacité de discrimination des tests statistiques. En effet, dans la phase IV, les lots expérimentaux n'ont plus été récoltés en entier ni passés dans la dégrapeuse-trieuse. À la place, au moment de la récolte, des échantillons de 1 pied de moule ont été récoltés sur la partie supérieure des quatre derniers boudins de chaque lot et ramenés au laboratoire pour analyse.

En outre, 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 et au bas d'une des boucles de chaque traitement expérimental. Cela totalise donc six échantillons par lot, pour un total de 180 échantillons. Ceux-ci étaient conservés au frais, dans une glacière refroidie avec de la glace jusqu'à l'arrivée au CCTTP.

3.7 Analyses de laboratoire

Étant donné le grand nombre d'échantillons à analyser, le jour de la récolte, les échantillons de moules ont été placés au congélateur (-20 °C)*. Dans les semaines suivantes, les échantillons ont été décongelés et les paramètres suivants ont été mesurés :

a) Rendements brut et net (poids des échantillons de moules dégelées et égouttées) :

- poids brut = toutes les moules de l'échantillon (moules dégelées et égouttées)
- poids net = moules plus grandes ou égales à 50 mm (moules dégelées et égouttées)

b) Densité de moules par pied et importance du *second-set* (moules de l'échantillon séparées en deux catégories : + grand et + petit ou égal à 25 mm) :

- nombre total de moules plus grandes que 25 mm dans l'échantillon
- poids total des moules plus petites ou égales à 25 mm dans l'échantillon

c) Distribution de la taille des moules (échantillon de moules plus grandes ou égales à 25 mm, prises au hasard) :

- longueur de 80 moules, parmi les moules plus grandes ou égales à 25 mm

* Les tests réalisés à l'ÉPAQ indiquent que la congélation des échantillons suivie par une décongélation se traduit par une perte de 20 % du poids total des moules avant cuisson, attribuable à la perte de liquides qui conduit à une réduction du poids de chair. Les REC calculés dans le présent rapport ne peuvent donc pas être comparés avec ceux obtenus à partir d'échantillons frais.

d) Rendement en chair (sous-échantillon de 25 moules prélevé aléatoirement parmi les moules de taille commerciale (≥ 50 mm) :

- REC industriel = poids de chair cuite / poids vif total avant cuisson
- REC scientifique = poids de chair cuite / poids total après cuisson

Le rendement en chair (REC) industriel 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). Les unités des paramètres mesurés en laboratoire sont présentées au **tableau 3**.

Tableau 3. Paramètres mesurés à la récolte.

Paramètre	Unité
Rendement brut	g de moules / pied
Rendement net	g de moules commerciales / pied
Proportion de moules commerciales	% moules > 50 mm
Densité de moules	Nombre moules > 25 mm / pied
Densité 2 nd set	g moules ≤ 25 mm / pied
Rendement en chair commercial	% (poids chair cuite / poids total avant cuisson)
Rendement en chair scientifique	% (poids chair cuite / poids total avant cuisson)

3.8 Analyses statistiques

Les différentes variables ont été comparées par quatre ANOVA à un facteur dans Systat (SYSTAT Software Inc., 2002). La première ANOVA a été effectuée sur le facteur « position de l'échantillon sur le boudin », afin de tester si le rendement des moules est influencé par ce paramètre et si nous devons intégrer tous les échantillons dans les autres analyses. Les trois autres ANOVA ont été effectuées sur les facteurs « densité initiale », « type de boudin » et « tri du naissain », respectivement. La condition d'indépendance des échantillons était toujours respectée, l'homogénéité des variances était vérifiée à l'aide du test de Cochran et la normalité par un test de Kolmogorov-Smirnov (Scherrer, 1984). Lorsque les conditions de normalité et d'équivalence n'étaient pas remplies, les données étaient transformées (**tableau 4**).

De la même façon que dans les précédentes phases du programme d'amélioration des pratiques mytilicoles et 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 $p = 0,10$.

Tableau 4. Transformations apportées aux données selon les quatre facteurs analysés.

Facteur	Variable	Transformation
Position de l'échantillon	Rendement brut Rendement net Densité 2 nd set	Racine carrée
Densité initiale	Rendement brut Rendement net	Racine carrée Sinus
Type de boudin	Rendement net % moules commerciales	Rangs (test de Kruskal-Wallis)
Tri du naissain	Rendement brut Rendement net Densité moules Densité 2 nd set	Racine carrée

4. RÉSULTATS

4.1 Caractéristiques du naissain utilisé

Au moment de la mise en boudin, la densité de naissain mesurée sur les collecteurs utilisés pour le projet a varié entre 641 et 1427 individus/pied (figure 2). Sur les collecteurs, 49 à 73% des moules avaient une taille comprise entre 12 et 21 mm tandis que 21 à 38 % des moules avaient une taille comprise entre 22 et 39 mm. Le poids brut d'un pied de collecteur a varié entre 659 et 1141 g, salissures comprises.

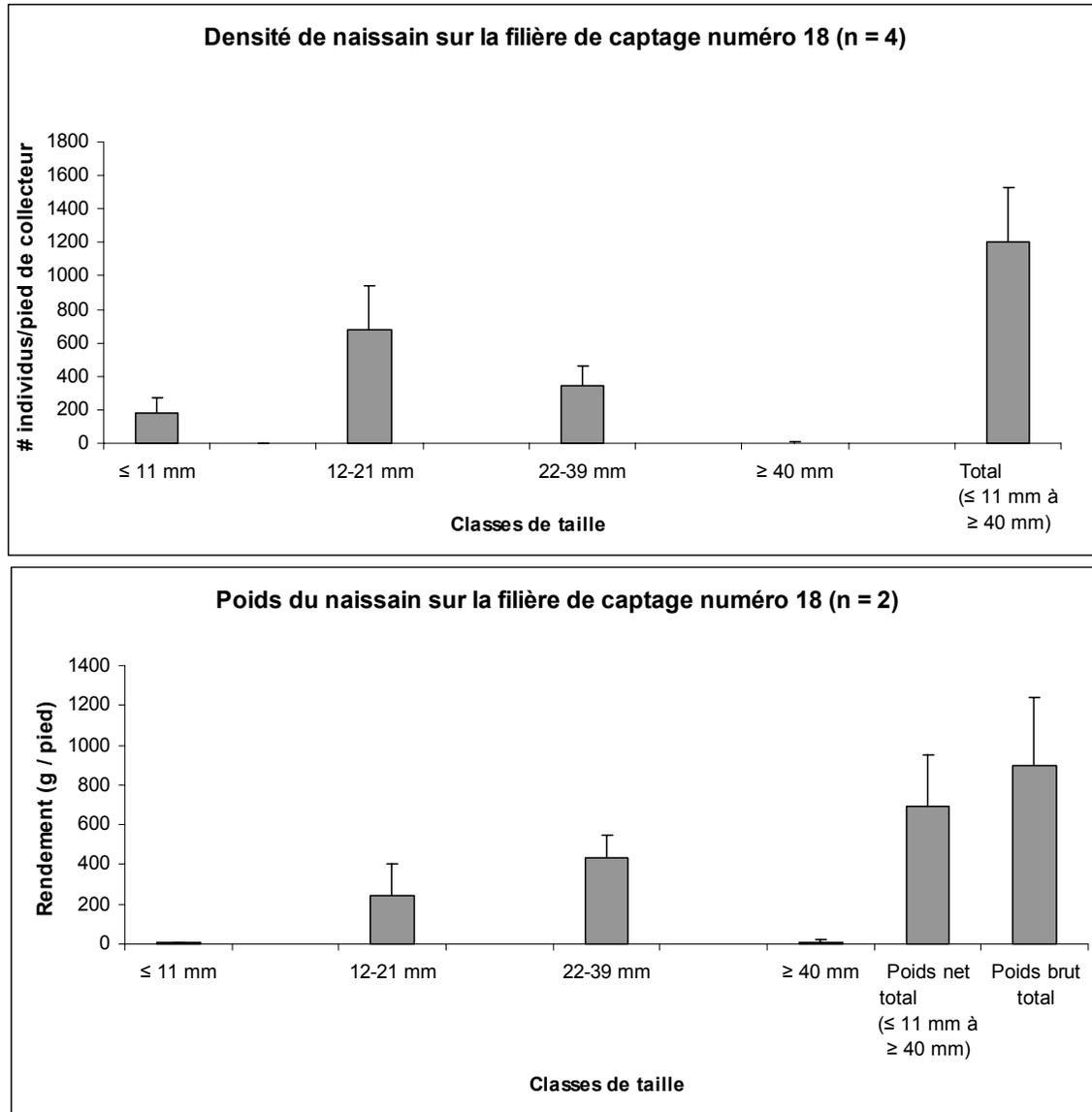


Figure 2. Caractérisation du naissain utilisé pour les boudins expérimentaux (moyenne ± écart-type).

4.2 Efficacité du tri du naissain

Les résultats des mesures réalisées sur des échantillons prélevés sous la trieuse de naissain sont présentés dans le **tableau 5**. On peut observer que les moules ont été correctement triées par la machine et que les trois catégories de taille sont bien distinctes les unes des autres.

Tableau 5. Taille moyenne, variance et écart-type de la longueur des moules, mesurés sur des échantillons recueillis sous la trieuse de naissain.

Classe de taille (n = 50 moules)	12-21mm	22-30mm	31-39mm
Taille moyenne (mm)	16,87	23,31	31,31
Écart-type (mm)	2,62	3,09	3,65
Variance	16%	13%	12%

4.3 Densité des moules au moment de la mise en boudin

Le **tableau 6** et la **figure 3** montrent les résultats des vérifications de la densité initiale des moules dans les boudins. Les résultats montrent que les densités moyennes étaient généralement proches des densités visées dans le projet. Cependant on observe que les variances sont plus élevées pour les boudins réalisés avec du naissain non-trié qu'avec du naissain trié. La boudineuse espagnole génère également plus de variance que la boudineuse néo-zélandaise hybride.

Tableau 6. Densité initiale de boudinage (moyenne, écart-type et variance) telle que mesurée sur des échantillons de moules prélevés sur les boudins au moment de leur mise à l'eau. NZ : boudin néo-zélandais sans taquette ; E : boudin espagnol avec taquettes ; NNT : naissain non-trié (12-39 mm) ; PN : petit naissain (12-20 mm) ; GN : gros naissain (21-39 mm).

Type de boudin	NZ	NZ	NZ	NZ	NZ	E
Taille du naissain utilisé	NNT	GN	PN	PN	PN	PN
Densité de boudinage visée (moules/pied)	250	250	250	500	700	700
Moyenne	303,1	259,8	277,3	473,0	710,4	847,0
Écart-type	187,0	23,0	70,2	139,2	156,3	498,3
Variance	62%	9%	25%	29%	22%	59%

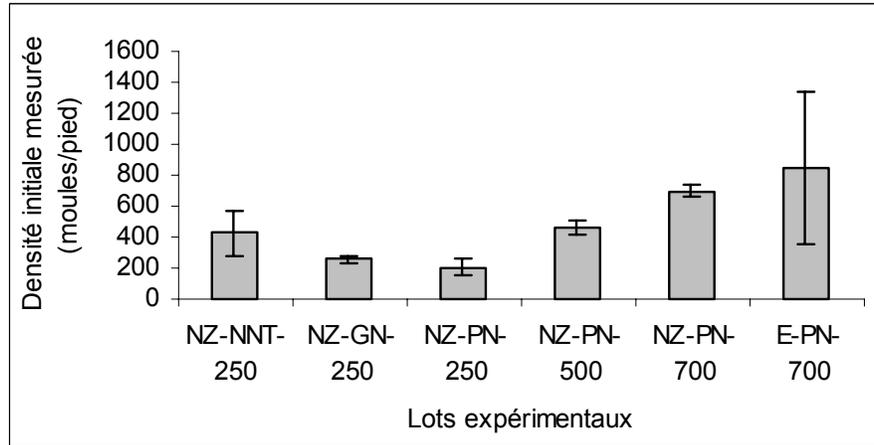


Figure 3. Densité initiale de boudinage telle que mesurée sur des échantillons de moules prélevés sur les boudins au moment de leur mise à l'eau (moyenne \pm écart-type). NZ : boudin néo-zélandais sans taquette ; E : boudin espagnol avec taquettes ; NNT : naissain non-trié (12-39 mm) ; PN : petit naissain (12-20 mm) ; GN : gros naissain (21-39 mm) ; 250 : 250 moules/pied ; 500 : 500 moules/pied ; 700 : 700 individus/pied.

4.4 Rendement selon la position de l'échantillon sur la boucle d'un boudin de moule

Le **tableau 7** montre les résultats de l'ANOVA à un facteur (position de l'échantillon pris sur le boudin). Comme il y avait des différences significatives sur certaines variables (densité du 2nd set, REC scientifique et REC commercial), pour ces variables il a été décidé d'effectuer les analyses statistiques des projets 1 et 2 seulement sur les échantillons prélevés sur le haut des boudins, de façon à ne pas introduire de biais.

Tableau 7. Résultats de l'ANOVA à un facteur (position de l'échantillon sur le boudin) pour les sept variables dépendantes. B : échantillon pris dans le bas du boudin ; M : échantillon pris au milieu du boudin ; H : échantillon pris dans le haut du boudin.

Variable dépendante	Résultat de l'ANOVA	Probabilité (p)
Rendement brut	Pas de différence significative	0,746
Rendement net	Pas de différence significative	0,660
% moules commerciales	Pas de différence significative	0,210
Densité moules	Pas de différence significative	0,213
Densité 2 nd set	Différences significatives : (B = M) > H	0,037 et 0,077
REC scientifique	Différences significatives : B < (M = H)	0,000 et 0,025
REC commercial	Différence significative : B < H	0,002

4.5 Projet 1 a : densité initiale du naissain

Les analyses statistiques révèlent qu'il n'y a pas d'effet significatif de la densité initiale de naissain sur les variables indicatrices de rendement, sauf pour le REC commercial (**tableaux 8 et 9**). Les densités initiales de 250 et 500 moules/pied de boudin ont donné le même REC commercial (23 % et 23 % respectivement), tandis que la densité de 700 moules/pied a été associée à un REC commercial de 25 % (**figure 4**).

Tableau 8. Indicateurs de rendement à la récolte pour les moules boudinées à trois densités différentes (moyenne \pm écart-type). NZ-250 : 250 individus par pied de boudin, NZ-500 : 500 individus par pied de boudin et NZ-700 : 700 individus par pied de boudin

	Poids des moules ≤ 25 mm (g/pied)	Densité de moules > 25 mm (# indiv/pied)	Poids brut (g/pied)	Poids net (g/pied)	Proportion de moules ≥ 50 mm (%)	REC commercial (%)
NZ-250	338 \pm 253 n = 20	312 \pm 213 n = 20	1457 \pm 1004 n = 20	246 \pm 255 n = 20	18 \pm 16 n = 20	23 \pm 2 n = 18
NZ-500	330 \pm 198 n = 21	257 \pm 162 n = 21	1302 \pm 849 n = 21	243 \pm 203 n = 21	22 \pm 17 n = 21	23 \pm 2 n = 16
NZ-700	411 \pm 200 n = 20	264 \pm 150 n = 20	1530 \pm 853 n = 20	315 \pm 229 n = 20	22 \pm 14 n = 20	25 \pm 2 n = 17

Tableau 9. Résultats de l'ANOVA à un facteur (densité initiale du naissain) pour les sept variables dépendantes. 250 : 250 moules/pied ; 500 : 500 moules/pied ; 700 : 700 individus/pied. A. Anova calculée avec les échantillons prélevés sur le haut des boudins. B. Anova calculée avec tous les échantillons.

Variable dépendante	Résultat de l'ANOVA	A- Probabilité (p)	B-Probabilité (p)
Rendement brut	Pas de différence significative	0,723	0,817
Rendement net	Pas de différence significative	0,805	0,294
% moules commerciales	Pas de différence significative	0,481	0,289
Densité moules	Pas de différence significative	0,562	0,396
Densité 2 nd set	Pas de différence significative	0,434	-
REC scientifique	Différence significative :	0,093	-
REC commercial	Différence significative : (250 = 500) < 700	0,020 et 0,068	-

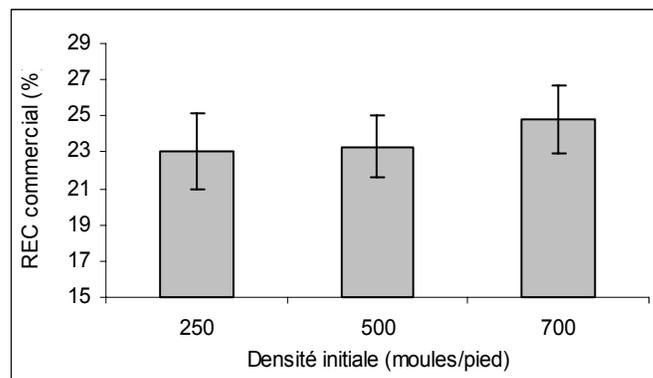


Figure 4. REC commercial en fonction de la densité initiale du naissain exprimée en nombre d'individus par pied de boudin (moyenne ± écart-type).

4.6 Projet 1 b : type de boudin

Le type de boudin a un effet significatif sur toutes les variables indicatrices de rendement (**tableaux 10 et 11**). Le poids de la fixation secondaire, la densité des moules, le rendement brut, le rendement net et la proportion de moules de taille commerciale sont 1,5 fois à 2 fois plus élevés chez les moules boudinés avec la méthode espagnole qu'avec la méthode néo-zélandaise. Par contre, le REC scientifique et commercial à la récolte sont légèrement plus faibles avec la méthode espagnole qu'avec la méthode néo-zélandaise. Les **figures 5 à 8** représentent les moyennes comparées pour les différentes variables à l'étude.

Tableau 10. Indicateurs de rendement à la récolte pour les moules boudinées à une densité de 700 individus par pied selon la méthode espagnole avec taquettes (E) et la néo-zélandaise sans taquettes (NZ) (moyenne ± écart-type).

	Poids des moules ≤ 25 mm (g/pied)	Densité de moules > 25 mm (# indiv/pied)	Poids brut (g/pied)	Poids net (g/pied)	Proportion de moules ≥ 50 mm (%)	REC commercial (%)
E	680 ± 196 n = 19	498 ± 117 n = 19	3085 ± 763 n = 19	724 ± 376 n = 19	35 ± 13 n = 19	23 ± 1 n = 19
NZ	411 ± 200 n = 20	264 ± 150 n = 20	1530 ± 853 n = 20	315 ± 229 n = 20	22 ± 14 n = 20	25 ± 2 n = 20

Tableau 11. Résultats de l'ANOVA à un facteur (type de boudin) pour les sept variables dépendantes. NZ : boudin néo-zélandais sans taquette ; E : boudin espagnol avec taquettes. A. Anova calculée avec les échantillons prélevés sur le haut des boudins. B. Anova calculée avec tous les échantillons.

Variable dépendante	Résultat de l'ANOVA	A-Probabilité (p)	B-Probabilité (p)
Rendement brut	Différence significative : E > NZ	0,000	0,000
Rendement net	Différence significative : E > NZ	0,000	0,001
% moules commerciales	Différence significative : E > NZ	0,008	0,188
Densité de moules	Différence significative : E > NZ	0,000	0,000
Densité 2 nd set	Différence significative : E > NZ	0,000	-
REC scientifique	Différence significative : E < NZ	0,000	-
REC commercial	Différence significative : E < NZ	0,004	-

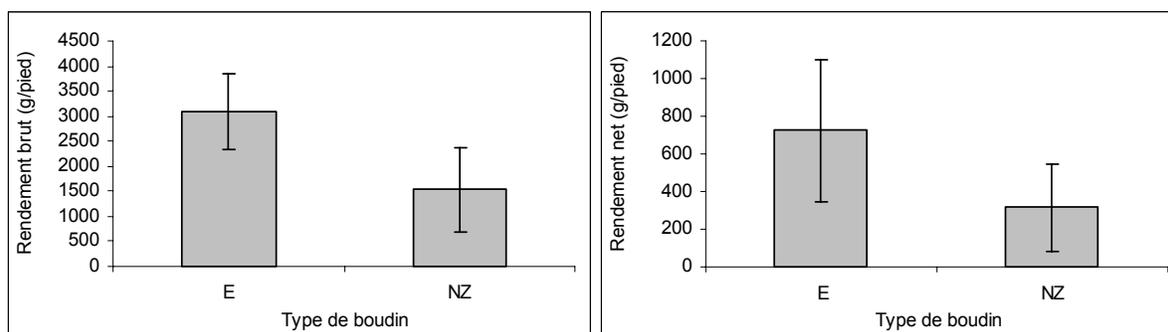


Figure 5. Rendement brut et rendement net en fonction du type de boudin. NZ : boudin néo-zélandais sans taquette ; E : boudin espagnol avec taquettes (moyenne ± écart-type).

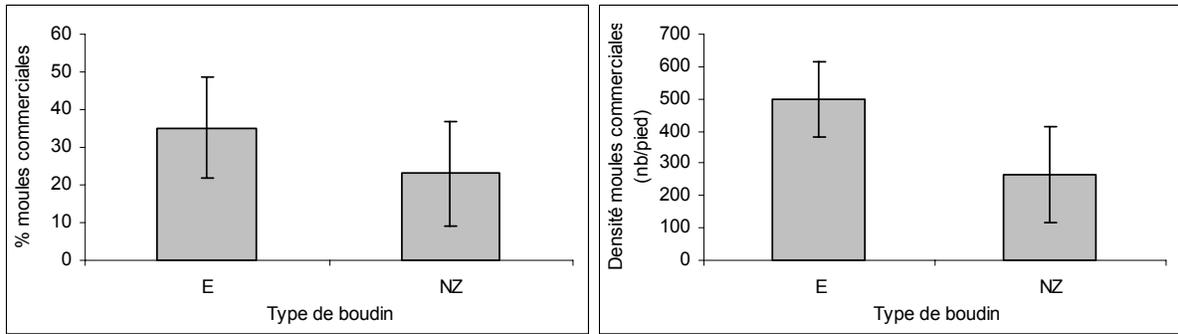


Figure 6. Proportion des moules de taille commerciale et densité des moules de plus de 25 mm en fonction du type de boudin. NZ : boudin néo-zélandais sans taquette ; E : boudin espagnol avec taquettes (moyenne \pm écart-type).

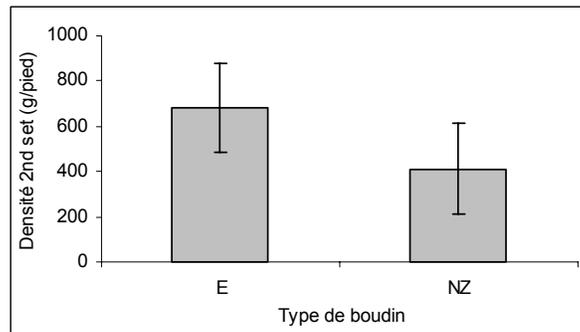


Figure 7. Densité des moules de moins de 25 mm, issues de la fixation secondaire, en fonction du type de boudin. NZ : boudin néo-zélandais sans taquette ; E : boudin espagnol avec taquettes (moyenne \pm écart-type).

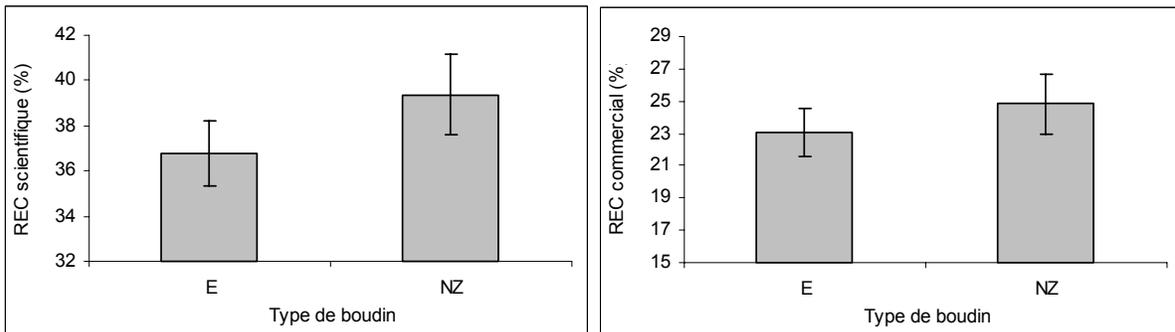


Figure 8. REC scientifique et commercial en fonction du type de boudin. NZ : boudin néo-zélandais sans taquette ; E : boudin espagnol avec taquettes (moyenne \pm écart-type).

4.7 Projet 2 : tri du naissain

Les **tableaux 12 et 13** montrent que le facteur tri du naissain n'influence pas les indicateurs de rendement, sauf pour la proportion de moules commerciales au moment de la récolte, laquelle est significativement plus basse pour le petit naissain (PN) que pour le gros naissain (GN) (**figure 9**).

Tableau 12. Indicateurs de rendement à la récolte pour des lots de boudins remplis de naissain trié ou non trié (moyenne \pm écart-type). PN : petit naissain (12-21 mm) ; NNT : naissain non-trié (22-39 mm) ; GN : gros naissain (31-39 mm).

	Poids des moules ≤ 25 mm (g/pied)	Densité de moules > 25 mm (# indiv/pied)	Poids brut (g/pied)	Poids net (g/pied)	Proportion de moules ≥ 50 mm (%)	REC commercial (%)
PN	338 \pm 253 n = 20	312 \pm 213 n = 20	1457 \pm 1003 n = 20	246 \pm 255 n = 20	18 \pm 16 n = 20	23 \pm 2 n = 20
NNT	370 \pm 163 n = 18	284 \pm 124 n = 18	1388 \pm 589 n = 18	262 \pm 181 n = 18	19 \pm 12 n = 18	23 \pm 2 n = 18
GN	313 \pm 195 n = 19	220 \pm 70 n = 19	1146 \pm 744 n = 19	270 \pm 209 n = 19	27 \pm 15 n = 19	23 \pm 3 n = 19

Tableau 13. Résultats de l'ANOVA à un facteur (tri du naissain) pour les sept variables. PN : petit naissain (12-20 mm) ; GN : gros naissain (21-39 mm). A. Anova calculée avec les échantillons prélevés sur le haut des boudins. B. Anova calculée avec tous les échantillons.

Variable dépendante	Résultat de l'ANOVA	A-Probabilité (p)	B-Probabilité (p)
Rendement brut	Pas de différence significative	0,396	0,778
Rendement net	Pas de différence significative	0,702	0,127
% moules commerciales	Différence significative : PN < GN NNT < GN	0,079 0,150	0,001 0,001
Densité de moules	Pas de différence significative	0,230	0,390
Densité 2 nd set	Pas de différence significative	0,497	-
REC scientifique	Pas de différence significative	0,894	-
REC commercial	Pas de différence significative	0,979	-

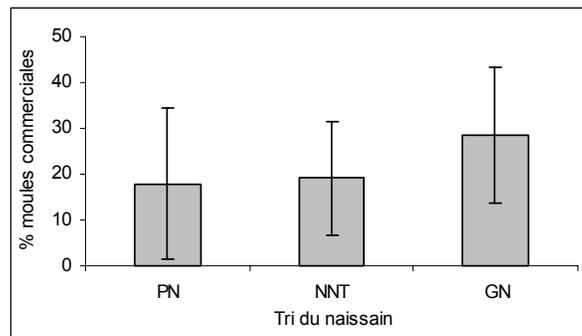


Figure 9. Pourcentage de moules commerciales en fonction du tri du naissain. PN : petit naissain (12-21 mm) ; NNT : naissain non-trié (22-39 mm) ; GN : gros naissain (31-39 mm) (moyenne ± écart-type).

5. DISCUSSION

5.1 Contrôle de la densité des moules au moment de la mise en boudin

Les résultats montrent que, pendant le boudinage, il est plus difficile de maintenir une densité de moules constante quand on travaille avec du naissain non-trié. Par ailleurs, même lorsqu'on travaille avec du naissain trié, il y a plus de variation dans le nombre de moules par pied de boudin quand on travaille avec la boudineuse espagnole.

5.2 Différences de rendement sur la hauteur du boudin

Les résultats indiquent qu'il n'y avait pas de différence significative dans le rendement brut, le rendement net, le pourcentage de moules de taille commerciale ou le nombre de moules ≥ 25 mm mesurés sur des échantillons prélevés en haut, au milieu ou en bas des boudins (**tableau 7**). Ceci indique d'abord que les boudins étaient relativement homogènes sur toute leur longueur et qu'il n'y avait pas d'effet de profondeur détectable pour ces paramètres. Ceci confirme les résultats obtenus dans la phase 3 du programme (Tamigneaux et Leblanc, 2006).

Par contre, le rendement en chair était plus faible dans le bas des boudins. Ceci pourrait être un effet de la fixation secondaire (moules ≤ 25 mm) qui était significativement plus élevée sur le bas des boudins (**figure 4**).

5.3 Différences de rendement selon la densité initiale de boudinage

Les densités de boudinage élevées testées ici (500 et 700 moules/pied) ne se sont pas traduites par des rendements plus élevés que ceux des boudins de référence (250 moules/pied), sauf lorsque des taquettes de plastique sont utilisées (**tableaux 8-11**). Les résultats obtenus dans la phase 2 du programme avaient montré que les densités de boudinage de 350 moules/pied se traduisaient par des rendements à la récolte plus élevés que pour des densités de 150 ou 250 moules/pied. Il semble donc qu'il n'y ait pas de gain de rendement supplémentaire si la densité de boudinage dépasse 350 individus/pied à moins d'insérer des taquettes de plastique dans la corde de boudinage.

Il faut cependant remarquer qu'après 29 mois de croissance en suspension, même sur les boudins de référence à 250 moules par pied, le pourcentage de moules ayant atteint la taille commerciale était inférieur à 20 %, ce qui est plus bas que les valeurs observées durant les phases précédentes du programme (**Tableau 14**). Comparés aux années précédentes, les valeurs absolues de rendement apparaissent également assez basses, même dans les boudins de référence (poids brut moyen $\leq 1,5$ kg/pied et poids net moyen $\leq 0,5$ kg/pied).

Il apparaît par conséquent que la densité de moules à la récolte a été plus faible que d'habitude et qu'en même temps les boudins n'avaient pas encore atteint la maturité à laquelle se fait habituellement la récolte commerciale (50 à 80 % de moules de taille commerciale).

Cette anomalie pourrait s'expliquer en partie par la mise en boudin tardive (juillet), due aux mauvaises conditions météorologiques du printemps et aux bris mécaniques qui ont retardé les opérations du mytiliculteur. Au moment du tri du naissain et de la mise en boudin, le 22 juillet, la température de l'air était entre 26 et 30 °C et la température de l'eau de surface était à 20 °C. Or les travaux menés durant la phase 3 du programme ont montré qu'à partir de la mi-juillet la qualité du naissain est susceptible de diminuer (Tamigneaux et Leblanc, 2006). En effet, le stress causé par les températures élevées et par la ponte du naissain pourrait influencer la mortalité mais également la capacité du naissain à se mouvoir dans le boudin pour s'attacher et se réorienter après la mise en boudin.

Tableau 14. Comparaison de l'âge des moules et des rendements moyens à la récolte pour les traitements expérimentaux de référence (250 moules par pied, technique de boudinage néo-zélandaise hybride) aux différentes phase du programme d'amélioration des pratiques mytilicoles par l'optimisation systématique des opérations de production.

Phase	Date de mise en boudin	Âge des moules à la récolte	Poids brut bateau	Poids net bateau	Poids net/ poids brut
		(mois)	(kg/pied)	(kg/pied)	(%; poids/poids)
1	26 juin	29	2,77	1,06	39
2	13 novembre	28	1,31	0,89	66
3	6 juin	36	3,10	1,70	56
3	25 août	36	2,80	1,70	59
4	22 juillet	29	1,46	0,25	18

5.4 Différences de rendement selon le type de boudin

Le boudinage espagnol à 700 moules par pied, avec des taquettes insérées tous les 40 centimètres a donné des valeurs de rendement plus élevées que les boudins néo-zélandais de même densité initiale mais sans taquette (**tableaux 10 et 11, figures 5 et 6**). Cependant, il faut prendre garde au fait que les boudins espagnols présentaient de plus grandes variations dans la densité initiale de boudinage, ce qui pourrait expliquer en partie cette différence (**tableau 6 et figure 3**).

Par contre, le rendement en chair était légèrement plus faible sur les boudins espagnols que sur les boudins néo-zélandais (**figure 8**). Ceci pourrait être un effet de la fixation secondaire (moules ≤ 25 mm) qui était plus élevée sur les boudins espagnols que les boudins néo-zélandais (**figure 7**).

Finalement, même si les rendements étaient plus élevés sur les boudins espagnols avec taquettes, les valeurs absolues (poids brut moyen : 3 kg/pied; poids net moyen : 0,7 kg/pied) ne montrent pas de gain substantiel par rapport aux rendements obtenus dans les boudins de références aux différentes phases du programme (**Tableau 14**).

5.5 Différences de rendement selon la taille du naissain

Le tri du naissain n'a pas eu d'impact significatif sur les rendements finaux à la récolte (kg/pied) ou sur les rendements en chair (**tableaux 12 et 13**). Par contre, dans le cas des boudins contenant du naissain de petite taille, au moment de la récolte le pourcentage de moules de taille commerciale par pied de boudin était significativement plus faible (12-21 mm : 17,8 %) que celui mesuré dans les boudins remplis avec du naissain de grande taille (31-39 mm : 28,4 %) (**Tableau 13 et figure 9**).

Cependant, même si le boudinage avec du naissain de plus grande taille (31-39 mm) augmente significativement le pourcentage de moules de taille commerciales à la récolte, les résultats montrent une tendance à ce que la densité finale de moules soit moins élevée sur les boudins de gros naissain (**tableau 12 et figure 10**), ce qui explique qu'il n'y ait en fin de compte aucune différence significative lorsqu'on compare les rendements nets des trois traitements expérimentaux.

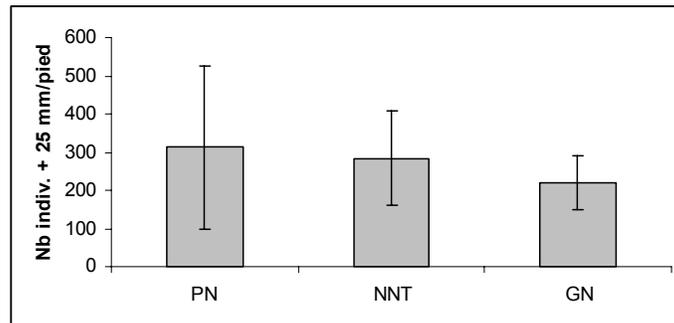


Figure 10. Pourcentage de moules commerciales en fonction du tri du naissain. PN : petit naissain (12-21 mm) ; NNT : naissain non-trié (22-39 mm) ; GN : gros naissain (31-39 mm) (moyenne \pm écart-type).

6. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS À L'INDUSTRIE

Les travaux menés entre 2002 et 2004 (phase 2) ont montré que le boudinage à des densités de 350 moules/pied augmente significativement le rendement à la récolte comparativement aux densités de 250 moules/pied. Ceci pouvait laisser croire qu'il était peut-être possible d'améliorer encore les rendements en augmentant la densité de boudinage. Par ailleurs, les mytiliculteurs trient couramment le naissain avant la mise en boudin. Cette opération est généralement motivée par le souhait d'étaler la récolte et aussi par la nécessité de se débarrasser du naissain trop gros (≥ 40 mm) qui s'attache mal à la corde centrale des boudins. Cependant l'effet de cette pratique sur les rendements n'a jamais été documenté.

À la demande de l'industrie, la phase IV du programme d'amélioration des pratiques mytilicoles par l'optimisation des opérations de production a été mise sur pied. Le projet avait deux principaux objectifs : (1) tester l'effet des densités de boudinage élevées sur le rendement final à la récolte et (2) tester l'effet du tri du naissain sur le rendement final à la récolte. Les conclusions et recommandations qui découlent de l'analyse des résultats sont les suivants :

1. Les résultats de la présente étude n'apportent pas d'information appuyant la proposition que le tri du naissain permet d'obtenir un gain de productivité. Par contre, les résultats montrent que l'utilisation du naissain de grande taille (31-39 mm) permet d'augmenter la proportion des moules de taille commerciales au moment de la récolte. Ceci confirme l'idée que, pour un mytiliculteur, le tri du naissain et le boudinage de lots de naissain de différentes tailles permet d'étaler les opérations de récolte.
2. Ensuite, il apparaît que, lorsqu'on utilise la boudineuse néo-zélandaise hybride sans taquettes, les densités de boudinage supérieure à 350 moules par pied ne se traduisent pas par une augmentation du rendement à la récolte.
3. Aux densités de boudinage très élevées (700 moules par pied) l'utilisation de taquettes insérées tous les 40 cm dans la corde de boudinage augmente (1,5 à 2 X) les rendements à la récolte par rapport aux cordes sans taquettes.
4. Cependant, pour tous les traitements expérimentaux, y compris les lots de référence (boudinage néo-zélandais hybride, 250 moules par pied), après 29 mois de croissance en suspension, les rendements ont été anormalement bas. Ceci est probablement attribuable au fait que les opérations de boudinage ont été retardées jusqu'à la fin du mois de juillet. Cette observation jette un doute sur la représentativité des résultats et ne permet pas d'émettre des recommandations fermes à l'industrie.
5. Il conviendrait de reprendre le projet en tout ou en partie, en s'assurant que les opérations de boudinage aient lieu entre mai et juin, lorsque les conditions sont optimales pour la mise en boudin du naissain.
6. Dans l'attente d'une confirmation des résultats de la présente étude, il serait plus sage de s'en tenir aux recommandations de la phase 2, soit de boudiner à une densité de 350 moules par pied (Tamigneaux et Leblanc, 2007).

7. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Fréchette, M., Alunno-Bruscia M., Dumais, J.-F., Sirois, R. et G. Daigle (2005). Incompleteness and statistical uncertainty in competition/stocking experiments. Aquaculture. En cours de publication.
- Scherrer, B. 1984. Biostatistique. Montréal : Gaëtan Morin Éditeur ltée. 850 p.
- SYSTAT Software Inc., 2002. SYSTAT, Version 10.2. SYSTAT Software Inc., Richmond, CA.
- Tamigneaux, E. et M.-J. Leblanc (2006). Programme d'amélioration des pratiques mytilicoles - phase 3. Rapport final. 50 pages. SODIM.
- Tamigneaux, E. et M.-J. Leblanc (2007). Programme d'amélioration des pratiques mytilicoles - phase 2. Rapport final. 45 pages. Dossier N° 710.1, SODIM.
- Wilson, J., Alunno-Bruscia M., Daigle, G. et M. Fréchette (2004). A comparative study of two grow-out techniques for mussel culture using self-thinning theory. En cours de publication.

ANNEXE 1. DISPOSITION DES LOTS EXPÉRIMENTAUX SUR LES FILIÈRES

Filière 1

Longueur de
filière:

8,25 16,5 24,75 33 41,25 49,5 57,75 66 74,25 82,5 90,75 99 107,25 115,5 123,75 132

Réplikat:

A1				B1		A2				B2		A3			
P1-500	P1-700	P1-250	P1-700-tac	P2-12-39	P2-21-39	P1-500	P1-700	P1-250	P1-700-tac	P2-12-39	P2-21-39	P1-500	P1-700	P1-250	P1-700-tac

Lots

expérimentaux:

Filière 2

Longueur de
filière:

8,25 16,5 24,75 33 41,25 49,5 57,75 66 74,25 82,5 90,75 99 107,25 115,5 123,75 132

Réplikat:

B3		A4				B4		A5				B5			
P2-12-39	P2-21-39	P1-500	P1-700	P1-250	P1-700-tac	P2-12-39	P2-21-39	P1-500	P1-700	P1-250	P1-700-tac	P2-12-39	P2-21-39		

Lots

expérimentaux:

Légende :

	Projet	Densité initiale	Taille du naissain	Corde-substrat	Autre
P1-250	Projet 1	250 indiv./pied	12-20 mm	Fuzzy rope noir	
P1-500	Projet 1	500 indiv./pied	12-20 mm	Fuzzy rope noir	
P1-700	Projet 1	700 indiv./pied	12-20 mm	Fuzzy rope noir	
P1-700-tac	Projet 1	700 indiv./pied	12-20 mm	Fuzzy rope noir	Taquettes espagnoles
P2-12-39	Projet 2	250 indiv./pied	12-39 mm	Fuzzy rope noir	
P2-21-39	Projet 2	250 indiv./pied	21-39 mm	Fuzzy rope noir	