



SODIM
Société de développement de l'industrie maricole inc.

*Développement d'une trieuse à pétoncle en
continu*

Rapport final

Dossier n° 710.53

Rapport commandité par la SODIM

Février 2005

DÉVELOPPEMENT D'UNE TRIEUSE À PÉTONCLE EN CONTINU

Par Martin Crousset ing. MGP¹
et Denyse Hébert²

Rapport préparé pour la
Direction de l'innovation et de la technologie

¹Société de développement de l'industrie maricole
²Pétoncle 2000 inc.

Février 2005

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION.....	3
1. Description du procédé, des problématiques et des solutions proposées ..	5
1.1 La récupération des pétoncles au bout de l'évier.....	5
1.2 La trieuse mécanique.....	6
1.3 Le tri manuel.....	10
2. Nouveau procédé de triage en continu	12
3. Résultats	13
3.1 Phase opérationnelle de la trieuse	13
4. Résultats et discussions	18
4.1 Récupération des pétoncles au bout de l'évier.....	18
4.2 La trieuse mécanique.....	18
4.3 Ce qui reste à améliorer.....	22
5.0 CONCLUSION.....	23
Annexe 1 Dessins techniques	
Annexe 2 Photos du procédé	

INTRODUCTION

L'approvisionnement en juvéniles constitue actuellement une problématique majeure pour les entreprises pectinicoles, particulièrement pour la compagnie Pétoncle 2000, la seule au Québec qui utilise présentement le tri mécanique des organismes présents dans les collecteurs, afin de récupérer les pétoncles nécessaires à la réalisation de ses activités d'ensemencement. Quoique les taux de collecte obtenus depuis le début des opérations commerciales soient élevés, les taux de récupération des pétoncles, après l'année de grossissement sur les collecteurs, sont présentement insuffisants pour atteindre des niveaux d'ensemencement qui assurent la rentabilité de cette activité.

Deux facteurs ont une influence importante sur le taux de récupération des pétoncles en usine: la taille des pétoncles et la quantité d'organismes associés qui se retrouvent aussi dans les collecteurs. Il y a des années où une certaine proportion des pétoncles sont sous les 6 mm, taille à partir de laquelle les pétoncles sont généralement récupérés pour le prélevage. Aussi, la présence très abondante d'autres espèces que le pétoncle géant sur les collecteurs, limite la croissance des pétoncles, ralentit les opérations de tri et diminue significativement l'efficacité de la trieuse, ce qui engendre des pertes. La problématique d'approvisionnement fut particulièrement criante avec la collecte de 1998 et de 2001 où le nombre d'espèces indésirables fut particulièrement abondant (en 1998 = étoiles de mer, en 2001 = hyatelles).

Les collecteurs sont mis à l'eau à l'automne pour être récupérés l'année suivante, lorsque la majorité des pétoncles ont atteint une taille variant de 6 à 25 mm. Les collecteurs récoltés sont maintenus en viviers à leur arrivée à l'usine. Ils sont par la suite vidés et leur contenu est trié mécaniquement, pour éliminer les organismes associés s'étant fixés avec les pétoncles, et aussi pour classer les pétoncles selon leur taille. Par la suite, les pétoncles triés sont mis en lagune à densité contrôlée dans des paniers japonais, où ils passeront l'hiver avant d'être ensemencés sur les fonds de pêche le printemps.

La capacité de la trieuse mécanique actuelle, en utilisation depuis une dizaine d'années, et les arrêts nécessaires pour l'alimenter et récupérer les organismes une fois triés, font en sorte que le nombre de collecteurs pouvant être traités quotidiennement est limité. Cette contrainte augmente significativement lorsque la présence d'espèces indésirables devient très importante. Comme le nombre de jours disponibles pour la mise en prélevage est limité, l'efficacité de tri est donc un facteur limitant important sur la productivité des entreprises. La période propice au traitement des collecteurs et à la mise en prélevage en lagune est limitée à environ deux mois (septembre et octobre). Il faut retirer à cela les jours de tempêtes, empêchant la récolte des collecteurs en mer. Au-delà du mois d'octobre, la quantité de pétoncles vivants retrouvés dans les collecteurs diminue rapidement avec le temps.

La problématique évoquée plus haut n'est pas unique à l'entreprise Pétoncle 2000. Elle est aussi partagée par l'ensemble des entreprises de l'est du Canada qui utilisent le même type de procédé de tri et de mise en prélevage du pétoncle géant. En effet, suite

à des discussions avec différents représentants du secteur, il est clair que le problème de tri des organismes est le facteur limitant à l'intérieur de leur chaîne de production. La compagnie IMAQUA, qui fait l'élevage du pétoncle géant dans la lagune de Grande-Entrée aux Îles-de-la-Madeleine, fait aussi face à la même problématique.

Afin d'atteindre les niveaux de mise en prélevage suffisants pour assurer la rentabilité des opérations d'ensemencement du pétoncle géant, il était nécessaire d'optimiser les opérations de tri. Ceci permettra d'accroître le nombre de collecteurs pouvant être traité quotidiennement et de diminuer les coûts de cette opération.

L'objectif de ce projet était donc de concevoir un système performant de tri en continu, visant à répondre aux différentes problématiques du tri des organismes présents dans les collecteurs de pétoncles.

1. Description du procédé, des problématiques et des solutions proposés

Cette section précise les différentes étapes du processus de travail menant au tri des organismes. Elle suggère aussi des pistes pouvant potentiellement améliorer ce processus. En fait, elle répond à la question suivante : Est-ce que la mécanisation de la chaîne de travail pour la mise en prélevage apparaît à priori possible?

La période de mise en prélevage des pétoncles a lieu un an après la mise à l'eau des collecteurs, soit au cours du second automne. Les pétoncles, qui atteignent généralement une taille variant de 6 mm à 25 mm à ce moment, sont sortis des collecteurs, triés et mis en lagune à densité contrôlée dans des paniers japonais où ils passeront l'hiver. Ils seront ensemencés le printemps suivant.

Dans le cadre du présent projet, nous nous sommes attardés particulièrement à la phase de prélevage pour la conception du nouveau système de tri.

1.1. La récupération des pétoncles au bout de l'évier de récupération

Les sacs de collecteurs et les sacs en netrons (substrat de captage inséré dans le collecteur) sont secoués au-dessus d'un évier de récupération, dans lequel un courant d'eau se déverse en emportant les organismes vers un panier de récupération situé à son extrémité. Au bout de quelques minutes, les organismes accumulés dans le panier sont transférés sur le plateau de la trieuse mécanique.

Deux problématiques sont observées:

Premièrement, les paniers pèsent environ 10 kg et ils doivent être soulevés à partir de l'évier, situé à environ 0,4 m du sol, et déposés sur le plateau de la trieuse à 1 m du sol.

Deuxièmement, au bout de l'évier de récupération, les organismes tombent les uns sur les autres et peuvent se blesser, ce qui risque d'avoir un impact sur la survie des pétoncles mis en élevage.



Figure 1 Exemple d'un évier de récupération

L'utilisation d'un convoyeur qui récupérerait les organismes au bout de l'évier et les remonterait jusqu'à la trieuse, tout en laissant l'eau s'échapper, offrirait plusieurs

avantages:

- Il éliminerait le déplacement manuel des paniers, limitant le risque de blessure des travailleurs;
- Il diminuerait les coûts de main-d'œuvre liés à cette tâche, un coût supérieur à 5 700 \$ pour l'automne 2002 chez un des producteurs des Îles. Le travailleur pourra être attiré à une autre tâche;
- Il éviterait les blessures infligées aux pétoncles à cause de l'empilement dans les paniers, ce qui devrait augmenter leur survie et donc les revenus de l'entreprise;
- Il apporterait une alimentation continue et régulière à l'appareil, optimisant le tri.

1.2. La trieuse mécanique

Le tri des organismes est une étape cruciale pour la croissance et la survie des pétoncles qui seront mis en préélevage. Une trieuse mécanique a été acquise en 1994 par l'Association des Pêcheurs de Pétoncles des Îles-de-la-Madeleine et a par la suite été utilisée par Pétoncles 2000. Elle a permis d'augmenter considérablement la quantité d'organismes pouvant être traités dans une journée de travail. Quelques améliorations ont été apportées à la machine dans les années qui ont suivi son achat. Maintenant, la machine ne suffit plus aux besoins de l'entreprise. Elle est maintenant le facteur limitant de la chaîne de travail. Le principe de fonctionnement de la machine est toujours approprié mais il est nécessaire de lui apporter des modifications majeures, de sorte qu'il faut concevoir un nouveau système de triage.

Plusieurs problématiques ont été notées et étudiées au cours des dernières années afin d'identifier les caractéristiques que pourraient présenter un nouvel appareil de tri.

Problématique # 1

La période propice à la mise en préélevage durant l'automne s'étale sur environ deux mois. Au-delà de cette période, le rendement des collecteurs diminue souvent très rapidement et le gain de taille que les pétoncles peuvent obtenir durant la période de préélevage en lagune est de moins en moins intéressant. L'entreprise a donc augmenté graduellement son nombre d'employés afin que la majorité des travaux se réalisent durant les mois de septembre et octobre. Le nombre de collecteurs pouvant être traité dans une journée a augmenté de façon significative. Aujourd'hui, le nombre d'organismes qu'il faudrait trier dans une journée de travail dépasse la capacité de la trieuse. Pour être en mesure de traiter une grande quantité d'organismes efficacement, les grilles et les tamis de la trieuse doivent être plus larges. Si leur largeur est doublée, la quantité d'organismes pouvant être triés doublera également.

L'augmentation de la capacité de la trieuse offrirait les avantages suivants:

- L'augmentation de la quantité de pétoncles récupérés dans les collecteurs, puisque les travaux pourraient être condensés tels qu'espérés durant les deux premiers mois de l'automne, avant que les pertes de pétoncles soient très importantes dans les collecteurs;
- Maximisation de la croissance des pétoncles en condensant les travaux durant les deux premiers mois de l'automne;
- Amélioration possible des taux de retour dans la pêche puisque l'augmentation de la taille à l'ensemencement fait diminuer leur vulnérabilité face aux prédateurs.

Problématique # 2

Le tri mécanique des pétoncles, des moules et des hyatelles présents dans les collecteurs est possible à cause de la forme de ces organismes. Le graphique qui met en relation la longueur et l'épaisseur des organismes, présente une courbe distincte pour chacune des espèces mentionnées. Pour une longueur donnée, les pétoncles sont plus minces que les deux autres espèces, Sa courbe est donc la plus basse dans le graphique, ce qui permet de le dissocier mécaniquement des deux autres espèces.

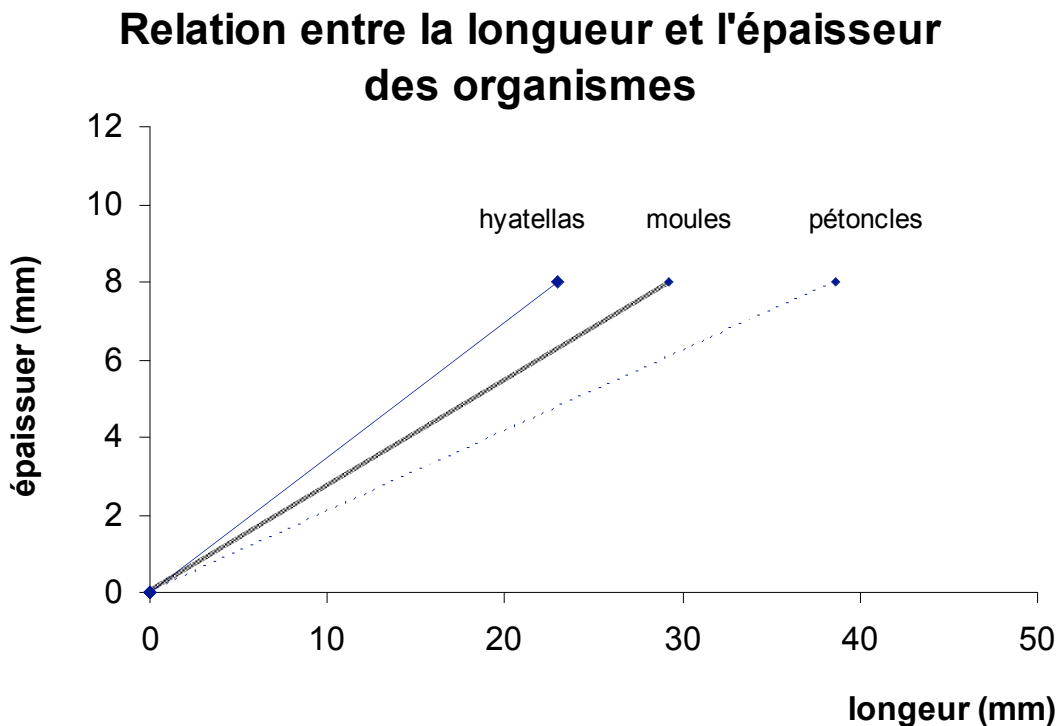


Figure 2 Graphique démontrant la relation entre la longueur et l'épaisseur des organismes

La trieuse utilisée jusqu'en 2003 chez Pétoncle 2000 possède un lit mobile sur lequel sont installés deux tamis et deux grilles ajustables. Les tamis laissent passer les organismes qui ont une taille inférieure au diamètre de leurs trous, telles que les moules et les hyatelles, alors que les grilles laissent passer les organismes qui ont une épaisseur inférieure à leur espacement, tels que les pétoncles. Les tamis et grilles sont installés en alternance, en débutant avec un tamis. Un espace libre situé au bout de la trieuse permet le passage des organismes qui n'ont pas réussi à tomber auparavant. Les organismes qui s'y rendent doivent être triés manuellement ou mis de côté pour être repassés plus tard dans la trieuse avec un nouvel ajustement. Cinq paniers situés sous le lit mobile récupèrent les organismes qui tombent.

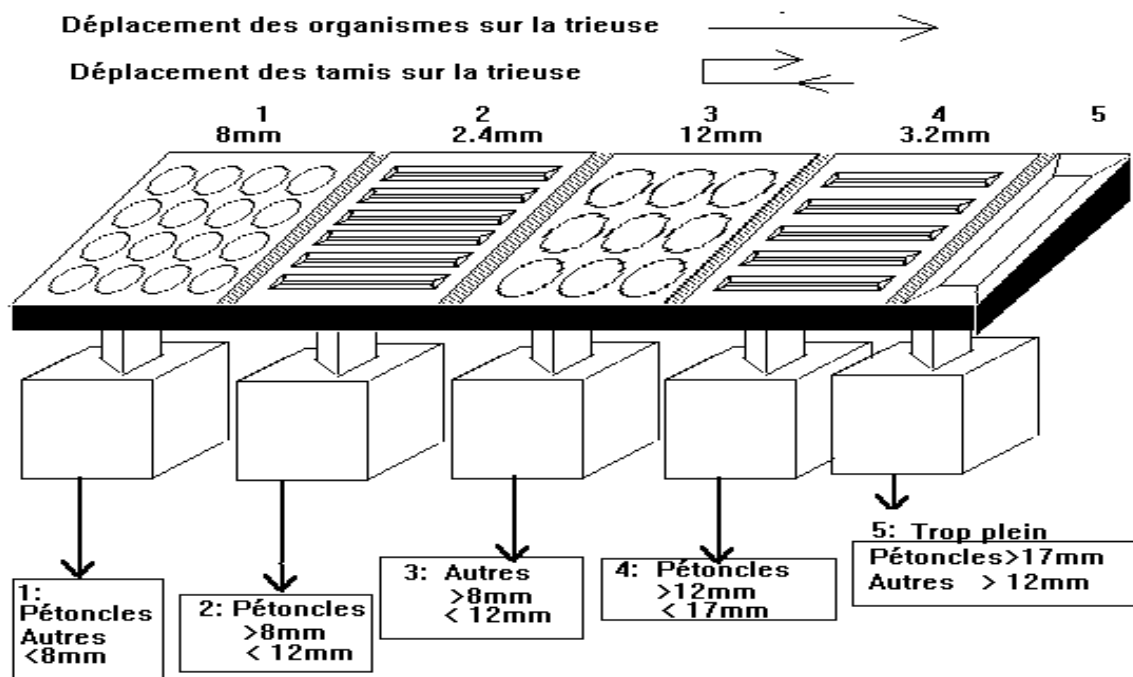


Figure 3 Exemple du fonctionnement d'une trieuse

L'ajustement de la trieuse est fait en fonction des tailles des organismes à traiter. Le choix du premier tamis détermine la taille à partir de laquelle les organismes seront gardés. Ce choix doit tenir compte du fait que plus les trous du premier tamis sont petits, plus la quantité d'organismes qui se rendent dans le dernier panier sera grande et tel que mentionné, ces organismes devront être traités de nouveau par la suite. C'est le nombre de tamis et de grilles qui impose cette limite. En augmentant le nombre de tamis et de grilles au lit de la trieuse, la gamme de tailles des organismes pouvant être traités au cours d'un même passage augmente.

L'augmentation du nombre de grilles et de tamis à la trieuse offrirait les avantages suivants:

- Diminution des coûts de main-d'œuvre liés au fait qu'il faut remettre en vivier les organismes retrouvés dans le dernier panier durant la journée, les sortir en fin de journée, modifier l'ajustement de la trieuse et repasser le matériel à nouveau sur la machine;
- Diminution des coûts de main-d'œuvre liés au tri manuel du dernier panier de la trieuse. Ce coût peut être estimé à plus de 10 000 \$ pour l'automne 2002 chez Pétoncles 2000;
- Augmentation du taux de survie des pétoncles en diminuant le nombre de manipulations qui leur sont imposées;

Problématique # 3

Les organismes qui se déplacent sur le lit mobile de la trieuse avancent en faisant des bonds. La longueur des tamis et des grilles détermine le nombre de bonds que les organismes feront sur chacun d'eux. Plus le nombre de bonds est élevé et meilleur sera le tri des organismes. Si les moules et les hyattes ne réussissent pas à passer à travers les trous du tamis, ils risquent de passer à travers les espaces de la grille suivante, avec les pétoncles. Les moules qui se retrouvent dans les paniers de pétoncles devront être retirés manuellement puisqu'elles risquent d'affecter leur survie. En contrepartie, si les pétoncles ne passent pas à travers les espaces de la grille, ils risquent de passer à travers les mailles du tamis suivant parmi les déchets, ils seront donc perdus. Les tamis et les grilles doivent donc être plus longs afin d'améliorer la qualité du tri.

Des tamis et grilles plus longs offriraient les avantages suivants:

- Diminution des coûts de main-d'œuvre liés au tri manuel pour retirer les moules qui se sont glissées dans les paniers de pétoncles, un coût qui peut se chiffrer à plus de 30 000\$ pour l'automne 2002 et qui pourrait diminuer grandement avec cette modification;
- Diminution des pertes de pétoncles, donc une augmentation des revenus.

Problématique # 4

La trieuse doit être arrêtée régulièrement afin de vider les paniers de récupération. Lorsqu'ils sont pleins, les paniers pèsent environ 20 kg et doivent être remontés sur le rebord de la trieuse puis déplacés au-dessus d'un panier où leur contenu est déversé. Les pétoncles sont accumulés dans un panier où il faut leur fournir un approvisionnement en eau. Ils sont repris de ce panier par des manœuvres chargés de faire un tri manuel. Le déplacement des paniers de récupération, en plus d'être exigeant physiquement, retarde les opérations qui sont déjà limitées par la trieuse. Un système pour remonter les organismes avec un jet d'air a été développé par les concepteurs de

la trieuse existante et fait présentement l'objet d'essais au Nouveau-Brunswick et à Miquelon. Ce système remonte les organismes dans un tamis à mailles fines situé sur le bord avant de la trieuse, utilisant le même réservoir d'eau que la trieuse comme tel. De là, ils doivent être repris manuellement pour être remis dans un autre contenant. Le principe utilisé semble intéressant, quoiqu'il demande encore plusieurs ajustements. L'industrie pectinicole a toutefois besoin d'un système qui permet aux organismes de sortir complètement de la trieuse, ce qui amène une importante sortie d'eau à l'extérieur de la machine, une problématique qui doit être étudiée de près. Un tel système permettrait le déversement de pétoncles sur des convoyeurs d'inspection visuelle et les autres organismes, dans un bac à déchets. Il offrirait la possibilité de diriger les pétoncles d'un côté de la trieuse et les déchets du côté opposé.

La sortie des organismes en continu offrirait les avantages suivants:

- Augmentation de la rapidité de la machine en éliminant les temps d'arrêts;
- Diminution des risques de blessure des employés par le déplacement de paniers lourds;
- Diminution des coûts de main-d'œuvre liés au fait que l'employé attiré à la trieuse avait souvent besoin d'aide pour diminuer la durée des temps d'arrêt de l'appareil. Un seul employé sera suffisant et il pourra entretenir la machine correctement afin que son efficacité soit maximale;
- Diminution des déplacements pour installer les pétoncles dans des bassins, avec pour chacun, un approvisionnement en eau;
- Possibilité de déversement des pétoncles sur des convoyeurs pour faire une observation visuelle et le tri des organismes.

1.3. Le tri manuel

La sortie en continu des organismes à l'extérieur de la trieuse permettrait l'utilisation de convoyeurs pour raffiner le tri.

L'utilisation de convoyeurs pour l'observation et le tri des organismes offrirait les avantages suivants:

- Diminution des coûts de main-d'œuvre en limitant les déplacements pour s'approvisionner en matériel à trier;
- Diminution des coûts de main-d'œuvre par une méthode de tri plus efficace que celle présentement utilisée;
- Augmentation de la survie des pétoncles en limitant les manipulations.

L'analyse précédente de chacune des étapes du processus de travail laissait entrevoir plusieurs pistes pouvant, à terme, permettre d'optimiser les opérations. Les incidences positives de cette optimisation pour les entreprises pectinicoles apparaissent nombreuses; elles touchent à la fois la santé et la sécurité au travail et la productivité des entreprises.

2. Nouveau procédé de triage en continu

L'annexe I illustre le nouveau procédé de triage en continu incluant les dessins de fabrication de la trieuse. La conception du nouveau procédé de tri en continu a été réalisée en tenant compte des points qui ont été soulevés à la section précédente. Ce système est composé des éléments suivants :

1 (une) trieuse avec les paramètres suivants :

- 172" de long x 96" de large,
- 7 compartiments de triage et de tamisage,
- Système de sortie des pétoncles en continu fonctionnant à l'eau,
- Plaque acier inoxydable 304 1/8" avec cadre en tubulaire de 2",
- Entraînement : Eurodrive 5 hp, 3 ph., 60 cycles TEFC, traité à l'époxy, entraînement déjà monté, réducteur de vitesse fixe avec courroie et poulie ;

c/a 4 convoyeurs d'inspection avec les caractéristiques suivantes :

- Dimension : 36" de large x 6' de long,
- Structure : acier inoxydable 2" x 2" x 3/16",
- Courroie : 36" de large INTALOX,
- Entraînement : Eurodrive 1 hp, 3 ph. 60 cycles TEFC, traité à l'époxy, entraînement déjà monté, réducteur de vitesse fixe ;

c/a 1 convoyeur à angle avec les caractéristiques suivantes :

- Dimension : 24" de large x 6' de long
- Structure : acier inoxydable 1-1/2" x 1-1/2" x 1/8"
- Courroie : 24" de large INTALOX
- Entraînement : Eurodrive 6.5 à 33 rpm, traité à l'époxy, entraînement déjà monté, réducteur de vitesse fixe.

La section qui suit présente certains résultats obtenus suite aux différents essais réalisés avec ce nouveau procédé de triage en continu.

3. RÉSULTATS

3.1. Phase opérationnelle de la trieuse

L'essai de l'équipement (2003)

La trieuse avec le convoyeur d'alimentation et un seul convoyeur d'inspection ont été mis à l'essai pour la première fois en novembre 2003 alors que les travaux de mise en préélévage tiraient à leur fin. Cet essai a permis de voir que l'équipement était fonctionnel et serait un grand atout pour une production d'envergure.

Cet essai nous a permis d'émettre les commentaires et observations suivants en ce qui a trait au gain en productivité pour l'entreprise, en utilisant le nouveau système de tri plutôt que l'ancien:

1. Un paramètre majeur qui démontre l'efficacité de la nouvelle trieuse se situe au niveau du nombre de collecteurs traités/heure de travail. En effet, durant la journée du mercredi 26 novembre 2003, 1 300 collecteurs ont été traités durant une période de 8 heures, soit un rendement de 162 collecteurs/heure. L'ancienne trieuse avait un rendement d'environ 85 collecteurs/heure. Pétoncles 2000 peut donc espérer raccourcir la période nécessaire au tri des collecteurs d'environ 50%.;

2. À cause de l'approvisionnement et du désapprovisionnement en continu, faits par des convoyeurs, la nouvelle trieuse opère sans interruption, ce qui augmente son rendement. Avec l'ancienne trieuse, les arrêts obligatoires, liés au fait qu'il fallait d'une part, aller chercher les bacs d'organismes pour l'approvisionner et d'autre part, vider ses paniers, totalisaient environ 15 minutes à chaque heure de travail;

3. Le système en continu élimine le poste de travail de préposé à la trieuse, dont la charge était entre autre d'approvisionner et de désapprovisionner la trieuse. Ce poste était problématique au niveau de la levée de charges lourdes et de mouvements répétitifs. L'employée affectée à ce poste s'est d'ailleurs blessée dans le cadre de ses fonctions durant l'automne 2003. Pour le repassage des paniers à plusieurs reprises, une seconde personne devait l'aider. Avec le système en continu, le personnel qui était affecté à la trieuse peut être relocalisé soit pour vider les collecteurs, faire de l'observation visuelle ou de la mise en panier;

4. La rapidité avec laquelle le matériel chemine d'une extrémité à l'autre du système en continu, diminue les pertes de temps pour une partie de l'équipe de travail d'environ 15 minutes, au début et à la fin de journée.

5. À cause de l'excellence de la qualité du tri de la nouvelle trieuse, l'entreprise n'a plus à repasser une seconde fois les organismes qui se retrouvent dans la dernière section de la trieuse, communément appelée « trop-plein ». La trieuse est donc toujours utilisée pour trier du nouveau matériel, contrairement à l'ancienne qui devait en traiter une partie à deux ou trois reprises, dépendamment des cas.

L'élimination de cette étape de recirculation de pétoncle devrait aussi améliorer la survie des pétoncles.

Le procédé de triage en continu permet donc de faire respecter un critère de base au niveau du flux d'activités dans une chaîne de production efficace, qui est de faire circuler le matériel et non le personnel.

Plusieurs lacunes ont toutefois été notées et certaines modifications ont dès lors été ciblées et ont été apportées au système avant le début des travaux de l'automne 2004. Entre autres, nous avons remplacé complètement l'entraînement mécanique qui utilisait initialement une technologie d'entraînement à courroie et nous l'avons remplacé par une technologie utilisant un entraînement à chaîne (Voir annexe I feuillet # 8). Cette modification inclut le remplacement du système de bielle existant, par un système de bielle monobloc beaucoup plus robuste. Les roulements à bille ont aussi été modifiés. De plus, nous avons fait l'acquisition d'un nouveau compresseur plus performant de 185 cfm à 100 psi.

D'autres modifications mécaniques mineures ont aussi été réalisées. Entre autres, un système de jet d'eau dirigé vers le convoyeur d'alimentation a été installé pour faciliter la chute du pétoncle, du convoyeur à la trieuse. Des systèmes d'ajustement simples ont été installés pour faciliter l'alignement.

L'essai de l'équipement (durant l'automne 2004)

La première utilisation de tout le système de tri en septembre 2004, a été surprenante par l'importance des pertes de pétoncles. Ces pertes étaient liées à la petite taille des pétoncles :

1. Les organismes se déplacent de la dalle vers le convoyeur d'alimentation par un courant d'eau. Le convoyeur d'alimentation, qui transporte les organismes entre la dalle et la trieuse, reçoit donc une importante quantité d'eau en provenance de la dalle. Le courant d'eau aide les pétoncles les plus minces à s'enfuir par de très petits espaces qui se trouvent à la base des côtés du convoyeur d'alimentation. Ils tombent sur le sol et poursuivent leur route vers les drains avec l'eau. Les pertes sont extrêmement importantes à ce niveau;
2. Les organismes qui arrivent sur le haut du convoyeur d'alimentation doivent être aidés de jets d'eau pour tomber dans la trieuse. S'ils restent sur la courroie, ils tomberont sur le sol une fois arrivé sous le jet d'eau en provenance de la dalle. Les jets d'eau installés ne permettaient pas de faire tomber tout le matériel, une partie de celui-ci poursuivait sa route et était perdu;
3. Le niveau d'eau de la trieuse est un facteur important pour la qualité du tri. Il résulte de la quantité d'eau qui entre et sort du système. Les entrées d'eau proviennent des jets qui sont situés directement au-dessus du lit mobile de la trieuse et de ceux qui sont dirigés vers le convoyeur d'alimentation. Les pertes d'eau sont liées au système de convoyeur pneumatique, qui permet aux organismes de passer de sous le lit mobile de

la trieuse aux convoyeurs d'inspection (dans le cas des pétoncles ces pertes sont peu importantes) et aux bacs à déchet (dans le cas des autres organismes elles sont beaucoup plus importantes), et au trop-plein dont la seule fonction est justement la perte d'eau pour ajuster le niveau tel que désiré. Théoriquement, tout le système devrait être mis à l'essai avec ses entrées et sorties d'eau et seul le trop-plein devrait être ajusté pour corriger le niveau d'eau. En pratique, l'arrivée d'eau est liée au fonctionnement de la pompe. L'agglomération d'algues à l'entrée de la pompe diminue son débit alors qu'une fois nettoyée, il revient à son niveau normal. Le niveau de la trieuse est donc difficile à ajuster dans de telles conditions, d'autant plus qu'il prend énormément de temps à ajuster, à cause de l'importance du volume que contient le bassin. Des pertes de pétoncles étaient observées dans les déchets quand le niveau était inadéquat;

4. À l'arrivée des pétoncles sur les convoyeurs d'inspection, l'inclinaison des convoyeurs servant à limiter les pertes d'eau, l'apport en eau du système de convoyeur pneumatique et l'espacement entre les courroies et les côtés des convoyeurs, ont permis à une certaine quantité de pétoncles de s'enfuir par les côtés. Ceux-ci retombaient soit dans le bassin de la trieuse ou directement sur le sol. Dans les deux cas, ils étaient irrécupérables;

5. Au bout des convoyeurs d'inspection, des jets d'eau sont encore une fois nécessaires pour faire tomber les organismes. Ceux installés étaient peu efficaces, de sorte qu'une portion des pétoncles poursuivait sa course sous la courroie et retombaient sur le sol dans le bassin de la trieuse. Dans les deux cas, ils étaient encore une fois irrécupérables;

6. Le nettoyage du bassin de la trieuse en fin de journée de travail, est difficile à cause que le plancher n'est pas incliné, le hublot qui permet aux organismes de s'échapper n'est pas directement au niveau du sol et finalement, très peu d'espace est libre sous les joints de caoutchouc pour permettre à un outil de balayer le fond, pour forcer les organismes à sortir. Un boyau d'arrosage doit être utilisé pour le nettoyage et les organismes font le tour du bassin à plusieurs reprises avant de finalement trouver la sortie au niveau du hublot.

Modifications pour régler les lacunes observées après une journée d'opération.

1. Un panier, recouvert d'un sac de collecteur, a été installé à côté du convoyeur d'alimentation pour recueillir les pétoncles qui s'en échappaient. C'est un système temporaire qui permet de récupérer les fuites de pétoncles;

2. Un jet d'eau supplémentaire a été installé au-dessus du convoyeur d'alimentation pour faire tomber les organismes. Avec cette modification, le système fonctionne mieux. Il permet par la même occasion de faciliter l'ajustement du niveau d'eau de la trieuse puisqu'une valve pour réguler le débit lui a été annexée;

3. L'angle de la grille qui recueille les déchets à la sortie des trois convoyeurs pneumatiques situés à l'arrière de la trieuse, a été modifié afin de permettre une meilleure récupération d'eau. On tente de maintenir le niveau d'eau de la trieuse plus

bas afin d'améliorer la qualité du tri. Toutefois, lorsqu'il diminue légèrement, les organismes s'accumulent sur le premier tamis et toute la chaîne de production doit être arrêtée pour laisser le temps que le niveau remonte et que le matériel accumulé soit trié. Les grilles de la trieuse ont aussi été élargies pour permettre à un plus grand nombre de pétoncles de s'y infiltrer, afin de limiter les pertes dans les déchets;

4. Les sorties des convoyeurs pneumatiques qui amènent les pétoncles, ont été modifiées. Une plaque de métal perforée ayant trois côtés, a été accrochée à la sortie de ces convoyeurs afin d'empêcher les organismes de fuir dans toutes les directions et de s'infiltrer entre la courroie et les côtés du convoyeur. Sans être parfait, le système fonctionne bien;

5. Au bout des convoyeurs d'inspection, en plus des jets d'eau qui étaient déjà installés, une bande de caoutchouc, ayant des similitudes avec un essuie-glace, a été annexée au système. Celle-ci frotte sur le convoyeur et permet à une plus grande portion des organismes de tomber. Le système n'est pas encore au point, il diminue le problème de pertes mais certains pétoncles s'infiltrèrent sous la bande de caoutchouc et s'y font écraser.

6. Aucune modification n'a été faite pour améliorer le nettoyage de la machine.

Problèmes qui subsistaient après les premières modifications :

- Fuites à l'entrée du convoyeur d'alimentation;
- Bris de deux lamelles du convoyeur d'alimentation par l'intrusion d'un boyau d'arrosage et d'un pied sous le convoyeur;
- Perte de pétoncles au bout des convoyeurs d'alimentation;
- Bris de pétoncles au bout des convoyeurs d'alimentation;
- Difficulté d'ajustement du niveau d'eau et blocage des organismes sur le lit mobile;
- Difficulté de nettoyage du bassin de la trieuse.

Deuxième vague de modifications au système

1. Pour tenter de limiter les pertes à la base du convoyeur d'alimentation, nous avons tenté de concentrer le jet d'eau au centre de celui-ci. Nous avons fabriqué un casse-jet en bois, que nous avons installé verticalement à l'entrée du convoyeur d'inspection. Son efficacité était très limitée et nous avons dû poursuivre la saison avec le panier de récupération à côté du convoyeur. Le problème en est un d'étanchéité du convoyeur;
2. Nous avons réparé les deux lamelles puis clôturé le convoyeur d'alimentation afin que plus rien ne puisse se glisser dessous;

3. Les tiges de teflons qui étaient situées à l'entrée des convoyeurs ont été installées à la sortie pour concentrer les organismes au centre de la courroie et ainsi augmenter l'impact du jet d'eau qui est installé à cet endroit pour faire tomber les organismes. Le débit d'eau a aussi été augmenté et le système de caoutchouc a été conservé. Malheureusement, une certaine quantité de pétoncles s'infiltra sous les tiges de teflon et s'y fait écraser;
4. Une personne a été mandatée pour travailler autour de la trieuse à temps plein. Elle voit à ce que le débit d'eau soit toujours adéquat afin d'éviter que les organismes ne s'accumulent sur le plateau mobile et que le tri ne soit pas optimal. Cette personne s'assure aussi que les grilles ne soient jamais colmatées, ce qui diminuerait aussi l'efficacité du tri. Elle occupe la majorité de son temps à retirer les étoiles de mer qui arrivent sur le convoyeur d'alimentation afin d'éviter qu'elles ne bouchent les sorties des convoyeurs pneumatiques.

Problèmes qui subsistent après les deuxièmes modifications :

- Fuites à l'entrée du convoyeur d'alimentation;
- Perte et bris de pétoncles au bout des convoyeurs d'alimentation;
- Difficulté de nettoyage du bassin de la trieuse

4. Résultats et discussions

4.1. La récupération des pétoncles au bout de l'évier de récupération

Les organismes sont amenés mécaniquement à la trieuse de façon continue, par un convoyeur d'alimentation. Ce faisant, les organismes ne tombent plus les uns sur les autres au risque de se blesser et arrivent plus uniformément sur la trieuse, améliorant la qualité et la vitesse du tri. Ce travail mécanique élimine les risques de blessures liés à la levée de charges lourdes et aux mouvements répétitifs. Contrairement à ce qui était originalement anticipé, le poste de préposée à la trieuse n'a pas été aboli puisque la surveillance du niveau d'eau de la trieuse, le retrait des étoiles de mer à partir du convoyeur d'inspection et la surveillance des grilles et tamis pour éviter qu'ils soient colmatés demandent un travail à temps plein.

Tel que précédemment mentionné, le convoyeur d'alimentation n'est pas encore tout à fait au point avec l'utilisation de très petits pétoncles, puisqu'une partie d'entre eux réussit à s'échapper par des fuites situées à la base.

4.2. La trieuse mécanique

La vitesse de tri

Afin de diminuer la période nécessaire à la réalisation du tri des organismes durant l'automne, il fallait augmenter la capacité de tri de la machine. Cet objectif a été atteint en augmentant la largeur des grilles et des tamis. Il fut aussi renforcé par l'arrivée et la sortie en continu des organismes, ce qui évite les arrêts habituels de l'ancienne machine de tri.

L'augmentation de la vitesse de tri des organismes visait à raccourcir la saison, puisque la quantité de pétoncles vivants retrouvés dans les collecteurs diminue parfois drastiquement à partir du mois d'octobre. L'augmentation de la vitesse du tri du nouvel équipement a été clairement démontrée en 2003 et 2004. Cette amélioration n'a malheureusement pas permis à Pétoncles 2000 de terminer ces activités de tri des organismes, plus tôt durant l'automne 2004. Le ravitaillement en collecteurs a été extrêmement difficile durant l'automne à cause des vents constants. Toutefois, on sait maintenant que si la température était clémente, le nouvel équipement de tri permettrait de traiter rapidement les collecteurs, maximisant le nombre de pétoncles qui seraient encore vivants en fin de saison.

La diminution du tri manuel

Les organismes qui se retrouvent dans le dernier compartiment de la trieuse doivent être triés manuellement afin d'en récupérer les pétoncles. Pour diminuer la quantité de tri manuel, ces organismes étaient triés à deux ou trois reprises avec l'ancienne trieuse. Lors de la conception de la nouvelle trieuse, dans le but de diminuer la quantité

d'organismes à trier manuellement, une grille et un tamis supplémentaires ont été ajoutés.

Les performances de la trieuse ont été évaluées à deux reprises au cours de l'automne 2004, soit le 26 octobre et le 19 novembre. Dans ces essais, les quantités de pétoncles à trier manuellement étaient respectivement de 1,6 et 0,9% du lot. Pour le même stock, avec l'ancienne trieuse, on aurait pu s'attendre à trier manuellement entre 10 et 15% de tout le lot de pétoncles, après deux passages du matériel dans la trieuse. Cette amélioration permet de diminuer les coûts de production en diminuant les coûts de main-d'œuvre d'une part et en améliorant le taux de survie des pétoncles d'autre part, puisqu'ils sont moins manipulés. Toute diminution du besoin de main-d'œuvre accélère la rapidité avec laquelle les collecteurs peuvent être traités puisque le personnel libéré est simplement déplacé dans la chaîne de production à l'endroit où se situe le nouveau goulot.

Matériel à trier manuellement	26 octobre 2004	19 novembre 2004
% des pétoncles	1,6 %	0,9 %
% de moules	4,2 %	4,7 %
% de hyatellas	4,3 %	5,6 %
% des étoiles	9,1 %	26,2 %

Figure 4 Pourcentage que représente les pétoncles vivants sur le nombre total d'organismes retrouvés sur les trois premiers convoyeurs d'inspection et parmi les déchets

L'amélioration de la qualité du tri

Les organismes se déplacent le long du lit mobile de la trieuse et tombent dans les tamis ou les grilles, en fonction de leur forme. Le nombre de bords que font les organismes sur les tamis et grilles est décisif pour la qualité du tri. Ainsi, plus ce nombre est élevé, plus la qualité du tri s'améliore. La qualité du tri fait référence à deux choses : le taux de récupération des pétoncles et le taux de pureté des pétoncles. L'augmentation du taux de récupération des pétoncles fait diminuer les coûts de production. L'augmentation du taux de pureté fait diminuer le coût de production à cause de son influence positive sur le taux de survie du stock de pétoncles mis en élevage en présence de d'autres espèces. Lors de la conception de la nouvelle trieuse, les tamis et grilles ont été allongés afin d'améliorer la qualité du tri du nouvel appareil.

	26 octobre 2004	19 novembre 2004
% pétoncles vivants	13,5 %	3,3 %
% moules vivantes	6,3 %	26,8 %
% hyatelles vivants	64,2 %	64,5 %

Figure 5 Pourcentage des organismes retrouvés dans les collecteurs au cours des deux essais de l'automne 2004, qui sont des pétoncles, moules ou hyatelles vivants. Le reste des organismes, font partie des mêmes espèces mais à l'état mort, de même que les étoiles et les pétoncles d'Islandes.

Avec les pétoncles :	26 octobre 2004	19 novembre 2004
% de pétoncles	86,0 %	91,3 %
% de moules	7,0 %	16,4 %
% de hyatellas	1,3 %	3,1 %
% des étoiles	22,8 %	30,3 %

Figure 6 Pourcentage des pétoncles, moules, hyatellas et étoiles qui se retrouvent sur les trois premiers convoyeurs d'inspection, où doivent se retrouver les pétoncles

Dans les deux évaluations de l'automne 2004, le matériel trié était récupéré directement à la sortie des convoyeurs pneumatiques. Les pertes liées au passage des organismes sur les convoyeurs d'inspection n'ont donc pas été mesurées. Le 26 octobre et le 19 novembre, seulement 13,5% et 3,3 % du matériel à trier étaient des pétoncles vivants, c'est donc dire que la qualité initiale du matériel était peu intéressante. Ceux-ci étaient toutefois dirigés à 86,0% dans le premier cas, et à 91,3 % dans le second, vers les trois premiers convoyeurs d'inspection visuelle où doivent se retrouver les pétoncles, ce qui est intéressant comme taux de récupération.

Le 26 octobre, les moules étaient dirigées à 88,8% vers les paniers de déchets, 7,0% se retrouvaient sur le dernier convoyeur avec les pétoncles à trier manuellement, alors que 4,2% se retrouvaient avec les pétoncles, sur les convoyeurs d'inspection. Le 19 novembre, les moules étaient dirigées à 78,8% vers les paniers de déchets, 4,7% se retrouvaient sur le dernier convoyeur avec les pétoncles à trier manuellement, alors que 16,4% se retrouvaient avec les pétoncles, sur les convoyeurs d'inspection, ce qui est relativement élevé. Un tri manuel est donc nécessaire pour diminuer ce nombre.

Les hyatelles étaient dirigées à 94,4% vers les paniers de déchets le 26 octobre, 4,3% se retrouvaient sur le dernier convoyeur avec les pétoncles à trier manuellement, alors que 1,3% se retrouvaient avec les pétoncles, sur les convoyeurs d'inspection. Le 19 novembre, les hyatelles étaient dirigées à 91,3% vers les paniers de déchets, 5,6% se retrouvaient sur le dernier convoyeur avec les pétoncles à trier manuellement, alors que 3,1% se retrouvaient avec les pétoncles, sur les convoyeurs d'inspection, ce qui est intéressant comme donnée.

Le 26 octobre, les étoiles étaient dirigées à 68,1% vers les paniers de déchets, 9,1% se retrouvaient sur le dernier convoyeur avec les pétoncles à trier manuellement, alors que 22,8% se retrouvaient avec les pétoncles, sur les convoyeurs d'inspection. Les étoiles étaient dirigées à 43,5% vers les paniers de déchets, le 19 novembre, 26,2% se retrouvaient sur le dernier convoyeur avec les pétoncles à trier manuellement, alors que 30,3% se retrouvaient avec les pétoncles, sur les convoyeurs d'inspection. À cause de leur forme, les étoiles sont indissociables des pétoncles avec une trieuse mécanique qui utilise le principe actuel. Elles doivent être triées manuellement sur les convoyeurs d'inspection.

Au premier essai, malgré une quantité non-négligeable de moules et hyatelles parmi les pétoncles au départ, la machine a été en mesure de dissocier de façon convenable les

pétoncles, des moules et des hyatelles vivants. En effet, les pétoncles représentaient 88,1 % des organismes vivants présents à la sortie des convoyeurs pneumatiques où les pétoncles doivent se retrouver et seulement 2,5 % des organismes vivants présents à la sortie des convoyeurs pneumatiques où les déchets doivent se retrouver, ce qui dans les deux cas, est très intéressant. Le 19 novembre, la machine a été en mesure de récupérer convenablement les pétoncles puisqu'ils représentaient seulement 0,3 % des organismes présents dans les déchets. Par contre, les pétoncles représentaient seulement 29,8 % des organismes vivants présents à la sortie des convoyeurs pneumatiques où les pétoncles doivent se retrouver, ce qui signifie que la trieuse récupérait en même temps que les pétoncles, plusieurs autres organismes vivants.

% des pétoncles	26 octobre 2004	19 novembre 2004
Convoyeurs d'inspection	88,1 %	29,8 %
Déchets	2,5 %	0,3 %

Figure 7 Pourcentage que représente les pétoncles vivants sur le nombre total d'organismes retrouvés sur les trois premiers convoyeurs d'inspection et parmi les déchets

Le tri des organismes morts

La qualité du tri est directement liée à la qualité initiale du stock à trier. Dans les deux essais, le stock utilisé était composé d'une quantité relativement importante de pétoncles et hyatelles morts et dans les deux cas, ces organismes se sont dirigés majoritairement vers les convoyeurs pneumatiques où se retrouvent les pétoncles. Le 26 octobre, 67,2 % des pétoncles morts et 74,5 % des hyatelles morts se sont retrouvés avec les pétoncles vivants. Le 19 novembre, les pétoncles morts se sont retrouvés à 72,9 % et les hyatelles morts à 57,8 % avec les pétoncles vivants. La forme des pétoncles morts ou vivants est la même, ils ne peuvent donc pas être distingués par la machine. Les hyatelles s'ouvrent lorsqu'ils sont morts, ils sont alors plus minces que les hyatelles fermés et leur forme leur permet de passer à travers les grilles qui récupèrent les pétoncles. Lorsque les pétoncles sont dirigés vers l'élevage, ils ne sont pas affectés par la présence de coquilles vides. Par contre, lorsque les pétoncles sont dirigés vers la vente, la présence de coquilles vides devient plus problématique et celles-ci doivent être retirées manuellement, ce qui augmente de façon considérable le coût des opérations. Aucune machine qui fonctionne sur le principe actuel, soit la séparation des organismes par leur forme, ne réussira à trier adéquatement les pétoncles vivants des pétoncles et hyatelles morts.

Avec les pétoncles	26 octobre 2004	19 novembre 2004
% des pétoncles morts	67,2 %	72,9 %
% de hyatellas morts	74,5 %	57,8 %

Figure 8 Pourcentage des pétoncles et hyatellas morts qui se retrouvent sur les trois premiers convoyeurs d'inspection avec les pétoncles vivants

La sortie des organismes de la trieuse par les convoyeurs pneumatiques

L'ancienne trieuse était munie de bacs situés sous le lit mobile. Ceux-ci accumulaient les organismes puis la trieuse devait être arrêtée et les bacs sortis une fois qu'ils étaient pleins. Un convoyeur pneumatique était à l'essai au Nouveau-Brunswick et à Miquelon

sur l'ancienne trieuse. Celui-ci n'était pas encore au point et ne permettait aucunement de sortir les organismes hors de la trieuse pour les déverser sur des convoyeurs, ce que fait le nouveau système de convoyeurs pneumatiques développé dans le cadre de l'actuel projet. Cette nouveauté permet aux organismes de sortir de la trieuse pour se déverser sur les convoyeurs d'inspection visuelle. Elle évite les arrêts de l'appareil, la rendant disponible en tout temps pour le tri. Les bacs lourds ne sont plus manipulés par la préposée à la trieuse. De fait, les risques de blessures des employés est grandement diminué. Les coûts de main-d'œuvre sont aussi réduits par l'arrêt du déplacement des organismes par les employés, puisqu'ils se déplacent continuellement sur les différents convoyeurs. Au besoin, le tri peut être raffiné sur les convoyeurs d'inspection. Celui-ci est facilité à cause du passage régulier d'organismes.

4.3. Ce qui reste à améliorer

Il a été impossible de régler certaines lacunes durant l'automne 2004. Ainsi, aucune mesure n'a permis d'éliminer les pertes de pétoncles au niveau du convoyeur d'alimentation, hormis la récupération de ceux-ci dans un bac avec un filet. Le problème est surtout frappant en début de saison et s'atténue au fur et à mesure que les pétoncles grossissent.

Le système utilisé pour aider les pétoncles à tomber à l'extrémité du convoyeur visuel n'est toujours pas au point. Une solution doit être trouvée afin de remédier au problème pour une prochaine saison, sinon, l'utilisation des convoyeurs de tri visuel devra être remise en cause.

Le nettoyage de la trieuse est toujours difficile. Le manque d'espace sous les joints de caoutchouc et le fait que le hublot soit si haut complique son nettoyage.

CONCLUSION

Le nouveau système de tri en continu, mis au point dans le cadre de ce projet, répond bien aux objectifs initiaux.

La chaîne de tri a pu être mécanisée au niveau de l'approvisionnement de la machine, du tri et du désapprovisionnement de la machine. Le défi technologique qui consistait à sortir les organismes de la trieuse vers l'extérieur sans pertes d'eau trop importantes a été résolu par la mise au point de convoyeurs pneumatiques. Ceux-ci permettent aux organismes d'être déversés sur des convoyeurs d'inspection visuelle suite à leur sortie de la trieuse, facilitant le raffinement du tri au besoin.

Avec la sortie en continu des organismes, la trieuse n'a plus besoin d'être arrêtée de façon régulière. La machine est donc disponible en tout temps pour le tri.

La trieuse, par la longueur de ses tamis et grilles, augmente la qualité du tri en permettant aux organismes de faire plus de bonds sur chacun d'eux, augmentant leurs chances de tomber au bon endroit. Par l'ajout d'un tamis et d'une grille, la nouvelle trieuse permet de trier une plus grande gamme de tailles de pétoncles, limitant le tri manuel subséquent. En augmentant la largeur du lit mobile de la trieuse, la quantité d'organismes pouvant être triés dans un certain laps de temps augmente grandement. Les gains, au niveau de l'utilisation du nouvel équipement de tri, se situent, tant au niveau de la diminution des besoins en main-d'œuvre, qu'au niveau de la qualité et de la vitesse de tri.