3R MCDQ

Regroupement des Récupérateurs et des Recycleurs de Matériaux de Construction et de Démolition du Québec

20 ans ...une expertise à célébrer !

1997 - 2017

RAPPORT FINAL

Recherche APPLIQUÉE

Implantation de meilleures pratiques pour la mise en valeur du bois de CRD

30 juin 2019

Chamard stratégies environnementales

cttéi EXPERT EN LA MATIÈRE

FICHE DE RENSEIGNEMENTS

N° DU RAPPORT : 2017-2018/366

Ce rapport a été préparé par le Centre de transfert technologique en écologie industrielle (CTTÉI) et Chamard stratégies environnementales. Il contient des informations confidentielles et ne peut être reproduit, cité, distribué, adapté ou traduit en tout ou en partie, ni être utilisé pour d'autres usages sans l'autorisation expresse du client.

Tous les efforts ont été déployés par le CTTÉI et Chamard afin d'assurer l'exactitude de l'information incluse dans le rapport et les avis et opinions exprimés dans le rapport sont uniquement ceux du CTTÉI et de Chamard.

TITRE ET SOUS-TITRE

Implantation de meilleures pratiques pour la mise en valeur du bois de CRD

NOMBRE DE PAGES

38 pages + annexes

CLIENT

RECYC-QUÉBEC, 3R MCDQ, Tafisa, Kruger, Voghel, Conteneur KRT, Groupe Bouffard

Domtar, Produits forestiers Résolu, Services Matrec, Recyclage Frédérick Morin, Industries JPB

TYPE DE PROJET

Recherche appliquée

TYPE DE RAPPORT

Rapport final

DATE DU RAPPORT

30 juin 2019

PÉRIODE DE TRAVAIL

Mars 2018 à juin 2019

AUTEUR(S) CTTÉI

Claude Maheux-Picard, ing., M. Sc. A.

Laurence Fiset-Sauvageau, ing. jr

AUTEURS(S) Chamard stratégies environnementales

Sandra Messih, M. Sc. Env.

Mérani Baril-Gilbert B. Sc,, M. Env.

SIGNATURES

Directrice générale, CTTEI		Claude Maheux-Picard, ing., M. Sc. A.
Chargée de projets, CTTÉI		Laurence Fiset-Sauvageau, ing. jr
Directrice, Chamard		Sandra Messih, biol., M. Sc. Env.
Chargée de projet , Chamard		Mérani Baril-Gilbert, B. Sc,, M. Env.

CENTRE DE TRANSFERT TECHNOLOGIQUE EN ÉCOLOGIE INDUSTRIELLE

3005, boul. de Tracy, Sorel-Tracy (Québec) J3R 1C2, Canada
450 551-8090, poste 3516
Info@cttei.com

WWW.CTTEI.COM

CHAMARD STRATÉGIES ENVIRONNEMENTALES

4430, avenue Papineau, Montréal (Québec) H2T 1T8
514 844-7111
info@chamard-env.com

WWW.CHAMARD-ENV.COM

CÉGEP SOREL TRACY

Québec

SYNCHRONEX
Le réseau des CCTT

© 2019 CTTEI - Confidentiel

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION 1

APPROCHE PROPOSÉE 3

1. PHASE 1 : PRÉPARATION 4
   - 1.1 Collecte de données 4
   - 1.2 Visites des centres de tri 5
     - 1.2.1 Identification des meilleures pratiques de tri 6
2. PHASE 2 : INTERVENTIONS EN CENTRE DE TRI 11
3. PHASE 3 : VALIDATION ET ANALYSE 13
   - 3.1 Résultats au CDT *Recyclage Frédérick Morin* 13
     - 3.1.1 Bonnes pratiques étudiées et constats 13
     - 3.1.2 Caractérisations des matières dans les cases 16
     - 3.1.3 Synthèse des constats et suivi 20
   - 3.2 Résultats au CDT *Matrec* – St-Hyacinthe 21
     - 3.2.1 Bonnes pratiques étudiées et constats 21
     - 3.2.2 Caractérisations des matières dans les cases 24
     - 3.2.3 Synthèse des constats et suivis 27
   - 3.3 Analyses physicochimiques des échantillons 27
     - 3.3.1 Paramètres importants pour les fabricants de panneaux particules 28
     - 3.3.2 Paramètres importants pour les cimenteries 29
     - 3.3.3 Paramètres importants pour la cogénération 30
4. AUTRES RETOMBÉES POTENTIELLES DU PROJET 33

CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS 35

ANNEXES

ANNEXE 1	Échéancier final - 2019
ANNEXE 2	Extrait du guide - Prévention des risques pour SST
ANNEXE 3	Meilleures pratiques proposées aux 2 centres de tri
ANNEXE 4	Analyses physicochimiques des échantillons
ANNEXE 5	Planification des essais – Recyclage Frédérick Morin
ANNEXE 6	Planification des essais – Matrec – St-Hyacinthe
ANNEXE 7	Questionnaire de suivi – Recyclage Frédérick Morin
ANNEXE 8	Questionnaire de suivi – Matrec – St-Hyacinthe

© 2019 CTTEI - Confidentiel

TABLEAUX

TABLEAU 1 Activités associées aux phases du projet pilote 3
TABLEAU 2 Activités de la phase 1 6
TABLEAU 3 Activités de la phase 2 12
TABLEAU 4 Vitesse du convoyeur de tri 13
TABLEAU 5 Intensité lumineuse sur la table de tri 14
TABLEAU 6 Bilan massique par case – Recyclage Frédérick Morin 17
TABLEAU 7 Caractérisation des cases Bois Q1, Q2, et rejets – Recyclage Frédérick Morin 18
TABLEAU 8 Débit des matières sur la table de tri principale 22
TABLEAU 9 Nombre de trieurs et chefs d'équipe lors des essais 22
TABLEAU 10 Intensité lumineuse sur la table de tri principale 23
TABLEAU 11 Bilan massique par case – Matrec 25
TABLEAU 12 Caractérisation de bois mixte dans la case des rejets – Matrec 26
TABLEAU 13 Diminution de la contamination chimique – Recyclage Frédérick Morin 28

FIGURES

FIGURE 1 Échantillonnage lors de la phase 1 chez Recyclage Frédérick Morin 5
FIGURE 2 Étape de pré-tri 7
FIGURE 3 Exemples de configuration d'espace de tri avec convoyeur de retour 8
FIGURE 4 Opération de broyage 8
FIGURE 5 Exemple de bonne gestion de la cour 9
FIGURE 6 Préparation des expéditions 9
FIGURE 2 Formation de l'équipe complète Recyclage Frédérick Morin sur l'impact des contaminants 14
FIGURE 3 Table de tri et trieurs lors de l'ajout des lumières halogènes 15
FIGURE 4 Trieurs en action face à face 16
FIGURE 5 Bilan massique par case – Recyclage Frédérick Morin 17
FIGURE 6 Caractérisation au sol suite au premier essai; à gauche : de la case Bois Q2 ; à droite : de la case Rejets 18
FIGURE 7 Caractérisation de la case Bois Q1 – Recyclage Frédérick Morin 19
FIGURE 8 Caractérisation de la case Bois Q2 – Recyclage Frédérick Morin 19
FIGURE 9 Caractérisation de la case Rejets – Recyclage Frédérick Morin 20
FIGURE 10 En juin 2019 : à gauche : case de bois Q2; à droite : case de bois Q1 20
FIGURE 11 Formation de l'équipe Matrec sur l'impact des contaminants 23
FIGURE 12 À gauche : trieurs en actions ; à droite; Chefs d'équipe déversant un bac de bois dans la case associée 24
FIGURE 13 Bilan massique par case - Matrec 25
FIGURE 14 Caractérisation de la case des rejets – Matrec 26
FIGURE 15 Caractérisation de la case Rejets – Matrec 26
FIGURE 16 Paramètres importants pour les fabricants de panneaux de particules 29
FIGURE 17 Paramètres importants pour les cimenteries 29
FIGURE 18 Paramètres importants pour la cogénération 30
FIGURE 19 Case de bois Q2 du premier essai – Matrec 31

© 2019 CTTEI - Confidentiel

LISTE DES ACRONYMES

CDT	Centre de tri
CRD	Construction, rénovation et démolition

© 2019 CTTEI - Confidentiel

INTRODUCTION

Le Bilan 2015 de la gestion des matières résiduelles au Québec (RECYC-QUÉBEC, 2017) a mis en évidence les défis liés à la valorisation des résidus du secteur de la construction, de la rénovation, de la démolition (CRD). Des 560 000 tonnes de bois provenant chaque année des écocentres et des centres de tri (CDT) de CRD, 445 000 tonnes sont dirigées vers les filières des panneaux particules et la valorisation énergétique (en serre, cimenterie ou papetière). D'autres débouchés telle que l'utilisation comme litière animale, agent structurant pour compost ou la fabrication de bûches et de granules énergétiques sont également présents à plus faible envergure. Une fiche sur le secteur CRD produite également par RECYC-QUÉBEC[1] explique bien les enjeux affectant le marché du bois de CRD à l'heure actuelle :

> *« On a observé au cours des dernières années une similarité croissante entre les critères de qualité du bois destiné au recyclage et ceux du bois destiné à la valorisation énergétique. Cette situation est due en partie à l'application plus stricte du Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère (RAA). Ainsi, comme la combustion d'autres matières présentes dans le bois de CRD (ex. : plastiques, matières ininflammables) contribue au dépassement de certaines normes d'émission à l'atmosphère, ceci a conduit les utilisateurs (principalement des papetières) à exiger une qualité de bois de plus en plus difficile à atteindre par les centres de tri. De plus, on observe un surplus de matières venant du secteur de la transformation du bois (ex. : scieries), qui entraîne une baisse des prix de vente dans l'ensemble du marché. »*

De nombreux facteurs peuvent expliquer cette situation. Tout d'abord, les centres de tri de CRD peinent à trier adéquatement les matières résiduelles reçues. Ils manquent d'espace, de personnel et de formation. Souvent, ils ne savent pas quels débouchés s'offrent à eux et n'ont pas le temps ni les ressources pour effectuer des recherches ou se faire accompagner. Le bois récupéré s'entasse alors sur le site, ou une partie considérée « propre » est envoyée à des recycleurs avec néanmoins un fort taux de contamination. Souvent jugé inutilisable par les acheteurs, ce bois est alors dirigé vers l'enfouissement. Chamard stratégies environnementales a entrepris une enquête préparatoire à l'automne 2017 auprès de plus d'une vingtaine de centres de tri du Québec et a constaté l'étendue des enjeux auxquels ils doivent faire face. Plusieurs d'entre eux font face à des quantités importantes de bois de qualité variable sur leur site, dont ils peinent à se départir faute de ressources et de connaissances des marchés.

En attendant qu'un meilleur tri à la source devienne une pratique courante chez les entrepreneurs en construction, la responsabilité de la valorisation des matières repose sur le CDT qui a tout à gagner à modifier ses pratiques. Notamment, en dirigeant les bonnes matières résiduelles vers les bonnes filières et en satisfaisant aux critères de qualité exigés par les acheteurs, ses opérations pourraient devenir plus rentables. En améliorant les pratiques et en formant mieux les employés, les tâches actuelles seraient bonifiées et les risques de santé/sécurité, diminués. Pour être efficaces dans leurs opérations, les utilisateurs de fibre recyclée doivent garantir la qualité de leurs produits tout en maintenant leur performance environnementale. Pour cela, une certaine uniformité est nécessaire dans les propriétés physico-chimiques du bois reçu. Au cours des dernières années, les acheteurs de bois CRD ont remarqué que plusieurs centres de tri semblent avoir du mal à rencontrer ces spécifications, les obligeant à diriger vers l'enfouissement une partie des chargements reçus, à mettre plus d'énergie au contrôle des intrants, compromettant ainsi un approvisionnement soutenu et constant nécessaire à leurs opérations. La perte du contrôle de la qualité du bois de CRD est une problématique réelle qui prend de l'ampleur dans le milieu. Il est donc important de trouver des solutions viables et immédiates avant que la situation ne dégénère.

Pour toutes ces raisons, un projet pilote sur l'amélioration du tri a été effectué auprès de deux centres de tri ayant accepté de servir de banc d'essai; l'un en Montérégie (CDT *Matrec* de St-Hyacinthe*)* et l'autre dans la région de Lanaudière (CDT *Recyclage Frédérick Morin).*

[1] RECYC-QUÉBEC, « Résidus de construction, rénovation, démolition », Fiche informative, mars 2018, 12 pages

© 2019 CTTEI - Confidentiel

APPROCHE PROPOSÉE

Le projet pilote visait à identifier les meilleures pratiques à implanter dans les CDT afin de maximiser la proportion du gisement de bois de CRD pouvant être valorisée. Par la réalisation d'entretiens avec les acheteurs et de séances d'observation chez deux (2) centres de tri utilisant plusieurs débouchés pour le bois de CRD, un répertoire des meilleures pratiques à implanter a été développé et expérimenté afin de mesurer l'impact de ces améliorations sur la qualité des matériaux triés et sur la proportion du gisement de bois valorisé. L'objectif ultime de ce projet était d'identifier des pratiques simples et peu coûteuses d'amélioration du tri du bois afin d'accroitre la rentabilité des centres de tri et de rencontrer les critères de qualité des marchés auxquels le bois est destiné.

L'essentiel du projet s'est déroulé sur le terrain, avec un appui soutenu des experts du milieu. Les pistes d'amélioration possibles ont été nombreuses et un soin a été apporté dans l'adaptation des changements à mettre en place en fonction de la spécificité de chacun des centres de tri participants (type d'intrant, type de tri, type d'équipement, capacité de traitement, etc.). Pour s'assurer de l'acceptabilité des solutions identifiées et de maximiser la génération d'idées nouvelles, l'équipe de travail a consulté un comité composé de tous les acteurs de la chaine de valeur.

Un outil schématisé d'aide à la décision est proposé afin d'appuyer les gestionnaires de centres de tri de CRD dans le choix des débouchés appropriés selon la qualité de tri qu'ils parviennent à obtenir, et les moyens à mettre en place pour en tirer une plus grande valeur ajoutée au besoin. Un court guide synthétisant les meilleures pratiques a également été produit à l'intention des centres de tri.

L'échéancier du projet est présenté à l'annexe 1. Le projet s'est déroulé selon trois grandes phases résumées ci-après :

TABLEAU 1 Activités associées aux phases du projet pilote

Phase 1 : Préparation	Rencontre du comité de travail pour cibler les enjeux
	Acquisition de connaissances et évaluation des gisements
	Visite préparatoire en centre de tri et calculs d'indicateurs aux fins de comparaison
	Échantillonnage pour établir le portrait du bois et des profils des CDT visés par le projet pilote
Phase 2 : Intervention en centre de tri	Préparation de la formation et validation auprès du comité de travail
	Développement des plans d'intervention et application, formation et mise en œuvre des plans
	Démonstration des nouveaux équipements et suivi (s'il y a lieu)
Phase 3 : Validation et analyse	Échantillonnage après les essais en centre de tri et analyses en laboratoire
	Comparaison des performances à l'aide des indicateurs calculés
	Identification des cibles des meilleures pratiques potentielles
	Rencontre du comité de travail pour présenter les résultats et en discuter
	Production d'un guide des meilleures pratiques

© 2019 CTTEI - Confidentiel

1. PHASE 1 : PRÉPARATION

1.1 COLLECTE DE DONNÉES

La première étape du projet consistait à recruter les deux centres de tri où l'essai des meilleures pratiques serait effectué. Le projet nécessitant une pleine collaboration et ouverture de la part des gestionnaires de CDT, cette étape de recrutement s'est avérée plus longue et fastidieuse que prévu. Plusieurs gestionnaires ne souhaitaient pas que leurs façons de faire soit partagées ou encore, ne disposaient pas de suffisamment de ressources financières ou humaines pour contribuer pleinement au projet. Finalement, ce sont les centres de tri *Recyclage Frédérick Morin* (Lanaudière) et *Matrec* de Saint-Hyacinthe (Montérégie) qui ont accepté de collaborer.

Par la suite, différents comités ont été créés :

1. Comité de travail : Équipes techniques de Chamard et du CTTÉI. Ce comité voit à la réalisation des tâches du projet ainsi qu'aux suivis avec les clients.
2. Comité d'experts : Équipes techniques de Chamard et du CTTÉI, augmentées de MM. Gilles Bernardin et Sylvain Martel du 3R MCDQ. Ce comité rétroagit sur les actions portées par le comité de travail. Les experts font bénéficier l'équipe technique de leur expertise du secteur.
3. Comité élargi : Membres du comité d'experts augmenté des représentants de chacun des partenaires du projet. Représentatif de l'ensemble de la chaine de valeur du bois de CRD, ce comité se voit proposer des pistes d'amélioration des pratiques et peut rétroagir quant à leur faisabilité.

Deux séances de travail du comité élargi en début de projet ont permis de mieux définir les besoins et les contraintes de chacun des acteurs de la chaine de valeurs de la valorisation du bois de CRD, en plus de recenser les meilleures pratiques déjà en place. Les discussions ouvertes entre les acheteurs et les générateurs de bois ont permis un échange constructif quant à l'impact de la qualité du tri sur les marchés visés. Plusieurs autres rencontres ont eu lieu en groupe plus restreint afin de faire progresser le projet. Parallèlement, une revue de la littérature technique récente et le contact d'autres experts sur le sujet ont permis d'apporter une perspective plus large. De plus, d'autres visites de centres de tri de CRD ont été réalisées par l'équipe de travail ainsi que l'usine de Tafisa. Un audit de CDT a également été réalisé avec un acheteur de bois afin de bien comprendre les efforts consacrés au contrôle de la qualité du bois reçu.

De plus, une enquête téléphonique réalisée par Chamard auprès de CDT a permis de recueillir des données additionnelles sur les pratiques en vigueur et d'extrapoler le potentiel d'amélioration de manière plus globale à l'échelle du Québec. Sur les 21 CDT contactés, seize ont accepté de répondre au sondage. Les principaux constats sont les suivants :

- Il semble que seuls les plus gros CDT soient équipés pour trier les différentes catégories de bois (Q1, Q2, Q3[2]). Il est donc fréquent que les CDT effectuent le broyage de leur bois sans l'avoir trié au préalable;
- La plupart du temps, les CDT réussissent à vendre leur bois;
- Les principaux acheteurs sont Tafisa, Kruger, Produits Forestiers Résolu, Domtar et les cimenteries;

[2] Dans le cadre de ce projet, les qualités de bois sont définies selon les normes du marché actuel. Ainsi, le bois dit de qualité 1 (Q1) est généralement utilisé dans les procédés de recyclage tandis que le bois dit de qualité 2 (Q2) est utilisé pour la valorisation énergétique. Le bois de qualité 3 (Q3) consiste généralement aux différentes catégories de bois traité, tel que les dormants de chemin de fer.

© 2019 CTTEI - Confidentiel

- Trois (3) CDT ont précisé qu'ils pouvaient obtenir un prix variant de 5 $ à 20 $ la tonne pour leur bois Q2 selon la période de l'année, les acheteurs et les régions;
- La plupart des CDT ont confirmé l'existence potentielle de marchés supplémentaires pour le bois notamment comme biomasse locale ou comme structurant (débouchés non autorisés actuellement);
- Les CDT suivent l'offre et la demande selon leur capacité de stockage et le prix du marché;
- La capacité de réception et d'entreposage de bois par les CDT pourrait augmenter pour plusieurs d'entre eux. Toutefois, par manque de débouchés, ils peuvent refuser des conteneurs de bois de leurs clients.

1.2 Visites des centres de tri

Une visite initiale des CDT participants a permis de documenter l'ensemble des éléments suivants :

- Mode d'opération du site de manière générale, de l'arrivée des résidus jusqu'à l'expédition des matières triées (*flowsheet*);
- Configuration de la ligne de tri pour les CRD (équipements en place, disposition, ergonomie, etc.);
- Processus de tri spécifique au bois CRD;
- Nombre d'employés disponibles et niveau de formation/ancienneté;
- Espace disponible pour la mise en place d'améliorations;
- Types de matières acceptées et caractéristiques générales.

Des échantillons ont été prélevés aux deux CDT pour caractérisation et analyses.

FIGURE 1 Échantillonnage lors de la phase 1 chez Recyclage Frédérick Morin

L'objectif de la caractérisation était d'identifier et de calculer la proportion de contaminants dans les différents produits finis de bois sortant de la chaine de tri des CDT, et de comparer la qualité de bois avant et après l'amélioration des pratiques de tri. Les échantillons ont été prélevés pour les catégories de bois Q1 et Q2. Ils ont ensuite été transportés au laboratoire spécialisé *Biobois* pour être séchés et caractérisés selon les procédures prédéfinies. Des analyses physico-chimiques ont ensuite été effectuées afin de déterminer les teneurs en différents minéraux et autres.

En résumé, pour évaluer l'implantation des meilleures pratiques, les activités suivantes ont été réalisées aux CDT participants lors de la phase 1 du projet :

© 2019 CTTEI - Confidentiel

TABLEAU 2 Activités de la phase 1

PHASE 1 : INITIALE (AUDIT + VISUEL + PORTRAIT)	FMORIN	MATREC
Échantillonnages des catégories Q1 et Q2		
Non-biomasse (contaminants)	√	√
Analyses physicochimiques	√	√
Granulométrie (tamisage)	√	√

1.2.1 IDENTIFICATION DES MEILLEURES PRATIQUES DE TRI

Les experts en gestion des matières résiduelles du 3R MCDQ (MM. Gilles Bernardin et Sylvain Martel), de Chamard stratégies environnementales et du CTTÉI ont mis en commun leurs expertises afin d'identifier les pistes d'amélioration pouvant être implantées rapidement et à faible coût. L'étape précédente a permis l'identification des meilleures pratiques à implanter en CDT pour l'amélioration de la qualité du bois CRD. Ces dernières ont été classifiées selon chacune des étapes du processus de tri, de l'accueil des matières jusqu'à leur expédition finale vers les acheteurs. De manière générale, les grandes lignes directrices consistent à :

- Bien comprendre ce qu'est un contaminant;
- Apprendre à les repérer pour les retirer rapidement;
- Être vigilant et éviter de contaminer les flux triés;
- Éviter la génération de résidus fins lors du processus puisqu'ils représentent une perte de matière;
- Former l'ensemble du personnel (non seulement les trieurs) aux bonnes pratiques et à leur importance.

Pour chacune des étapes du processus de tri, les facteurs de succès ont été identifiés.

BONNES PRATIQUES DE RÉCEPTION
Instaurer un système de pré-tri efficace; séparer dès que possible le bois des autres matériaux grossiers.
Être à l'affut de la provenance et de la nature des matières. Un conteneur provenant d'un site de construction sera plus facile à trier que celui provenant d'une démolition. On peut ainsi mieux anticiper la teneur en contaminants, diriger l'arrivage vers le bon poste de tri et mieux évaluer l'effort de tri à fournir.
Si la provenance peut être établie, séparer les tas d'entreposage de manière à ne pas mélanger des arrivages plus contaminés avec un arrivage de meilleure qualité.
Prévoir au certificat d'autorisation et l'espace d'entreposage suffisant pour éviter une mauvaise gestion des arrivages si les quantités augmenteraient rapidement ou en cas de surplus.
Rappeler constamment les règles de bonnes pratiques au poste de réception, au personnel de l'accueil et aux camionneurs impliqués.

© 2019 CTTEI - Confidentiel

FIGURE 2 Étape de pré-tri

BONNES PRATIQUES DE TRI
Nommer un trieur responsable du contrôle de la qualité.
Garder l'espace propre sous les cases de tri et le chemin d'accès de la chargeuse (loader). Cela permettra d'éviter la contamination croisée. Bien en informer le conducteur de la chargeuse pour obtenir sa collaboration.
Effectuer un contrôle visuel de la qualité avant l'étape du broyage. On doit éviter de fractionner davantage les contaminants ce qui complique leur enlèvement.
Voir au confort et à la sécurité des employés par une meilleure ergonomie du poste de travail (selon l'annexe 2 • Éclairage suffisant (minimum 550 lux) • Hauteur appropriée de la table de tri et des convoyeurs • Fournir l'équipement de protection nécessaire (bottes, gants, lunettes de protection, masque) • Bon contrôle des poussières (meilleur confort et meilleure visibilité pour les travailleurs)
Maintenir une vitesse de convoyeur raisonnable pour le tonnage à traiter.
Installer un convoyeur de retour afin de bien trier le matériel qui n'aurait pas pu l'être lors de la première passe.
S'outiller sécuritairement lorsque le démantèlement des matières agglomérées est effectué.
BONNES PRATIQUES DE CONDITIONNEMENT
Nettoyer le broyeur entre le broyage de lots de qualités ou dimensions différentes afin d'éviter la contamination croisée.
Retirer les résidus fins des lots triés (ex. : un système d'aspiration par chicanes).
Éviter de broyer plus petit que 5 cm (2 po).
Tamiser à la sortie du broyeur.
Inspecter visuellement les rejets pour évaluer la performance du tri.
Note : Certains types de broyeurs, tel que les broyeurs à percussion, peuvent générer davantage de poussières et de résidus fins.

© 2019 CTTEI - Confidentiel

FIGURE 3 Exemples de configuration d'espace de tri avec convoyeur de retour

FIGURE 4 Opération de broyage

BONNES PRATIQUES DE GESTION DE LA COUR
Faire un plan d'aménagement de la cour, le communiquer aux employés et le respecter.
Opter pour une dalle de béton plutôt qu'en asphalte pour sa durabilité, son étanchéité et sa meilleure résistance aux bris.
Conserver la dalle de béton propre et en bon état.
Surveiller l'usure de la dalle de béton. Les morceaux détachés peuvent venir contaminer le matériel trié.
Éloigner suffisamment les piles de matières afin d'éviter la contamination croisée (voir Figure 5)[3]. Note : Le vent peut transporter des copeaux broyés d'un tas à l'autre et affecter le niveau de contamination.
En période hivernale, adapter la procédure de déneigement pour éviter la contamination des lots.
Former et sensibiliser régulièrement le personnel de la cour aux meilleures pratiques, notamment les opérateurs de machinerie, responsable de gérer le flux des matières sur le site.

[3] Bien que cette pratique soit courante dans l'industrie, les actuelles orientations du MELCC encouragent davantage l'entreposage à l'abri des intempéries.

© 2019 CTTEI - Confidentiel

BONNES PRATIQUES D'EXPÉDITION
Établir une liste de vérification pour le contrôle de la qualité.
Éviter de réduire la qualité du tri effectué aux étapes précédentes en mélangeant des lots de qualité moindre avec des lots de qualité contrôlée. S'assurer que le transporteur chargé d'apporter le bois vers les acheteurs respecte aussi cette pratique.
Une fois les débouchés identifiés : • Rencontrer l'acheteur pour mieux comprendre ses critères de qualité; • Développer un lien de confiance • Signer un contrat d'approvisionnement où les modalités sont claires pour les deux parties

FIGURE 5 Exemple de bonne gestion de la cour

FIGURE 6 Préparation des expéditions

© 2019 CTTEI - Confidentiel

2. PHASE 2 : INTERVENTIONS EN CENTRE DE TRI

L'hiver hâtif en 2018 a empêché la réalisation de la phase 2 du projet au moment prévu. Cette étape consistait à implanter en CDT les meilleures pratiques identifiées et à en mesurer l'impact sur la qualité du tri par un second échantillonnage effectué quelques semaines plus tard. L'équipe a donc dû inverser les tâches de production du guide et du matériel de formation avec la réalisation de la phase d'essai sur site. La version finale du guide a été révisée en fonction des constats de la seconde campagne d'échantillonnage aux deux CDT.

Les meilleures pratiques à appliquer chez les deux CDT participants identifiées suite aux visites sur site sont présentées en détail à l'annexe 3. Celles-ci ont été testées le 12 avril 2019 au CDT *Recyclage Frédérick Morin* et le 2 mai 2019 au CDT *Matrec* – St-Hyacinthe. La planification de ces deux journées terrain se retrouve aux annexes 5 et 6.

Des essais de tri ont été réalisés AVANT et APRÈS la mise en place des bonnes pratiques de tri, notamment suite à une courte formation au personnel des CDT. Celle-ci visait non seulement à leur inculquer de nouvelles façons de faire, mais aussi à les responsabiliser. Elle abordait les éléments suivants :

1. Brève description du fonctionnement de l'industrie du recyclage et de la valorisation des résidus de CRD ;
2. Définition des types de contaminants ;
3. Méthodes utilisées par les acheteurs spécifiques pour évaluer la qualité fournie par les CDT ;
4. Sensibilisation aux conséquences de la présence de contaminants pour les acheteurs spécifiques ;
5. Tableau des critères d'acceptabilité des bois de catégories Q1 et Q2 de acheteurs (panneaux particules, cogénération, cimenteries).

Un échantillon a été préparé par les CDT pour les travaux. Celui-ci a été scindé en deux (quantités identiques) pour la réalisation des essais[4] :

- Au CDT *Recyclage Frédérick Morin*, une caractérisation a été effectuée sur les cases de bois de catégorie Q1 et Q2, ainsi que sur les rejets.
- Au CDT *Matrec*, seule la case des rejets a été caractérisée puisqu'il s'agissait du meilleur indicateur de performance à ce CDT (ce dernier ne faisant aucun broyage sur place). Cette caractérisation, effectuée sur place, a permis de mesurer le bois ayant échappé aux trieurs lors de l'essai et s'étant retrouvé dans les rejets.

En résumé, pour étudier l'impact de l'implantation des meilleures pratiques, les activités suivantes ont été réalisées aux CDT participants lors de la phase 2 du projet :

[4] Il n'était pas possible de repasser deux fois le même gisement dû aux contraintes inhérentes au fonctionnement des CDT et à la détérioration de la matière.

© 2019 CTTEI - Confidentiel

TABLEAU 3 Activités de la phase 2

PHASE 2 : PROJET PILOTE	FMORIN	MATREC
Avant les bonnes pratiques - Échantillonnage des catégories Q1 et Q2		
Non-biomasse (contaminants)	√	
Analyses physicochimiques	√	
Granulométrie (tamisage)	√	
Après les bonnes pratiques - Échantillonnage des catégories Q1 et Q2		
Non-biomasse (contaminants)	√	
Analyses physicochimiques	√	
Granulométrie (tamisage)	√	
Caractérisation rejets		
% des catégories Q1 et Q2 dans les rejets	√	
Bois total dans les rejets (avant et après)	√	√

© 2019 CTTEI - Confidentiel

3. PHASE 3 : VALIDATION ET ANALYSE

3.1 RÉSULTATS AU CDT *RECYCLAGE FRÉDÉRICK MORIN*

Le CDT *Recyclage Frédérick Morin* est situé dans la région de Lanaudière. Il est considéré comme un centre de petite taille, puisqu'il traite environ 6 à 8 tonnes par heure (moins de 10 000 tonnes par an). Cette entreprise est composée de 10 employés, incluant le propriétaire. Sur ce nombre, 6 à 8 personnes sont attitrées au tri ; 2 trieurs sont permanents alors que les 4 autres proviennent d'une agence de placement. Les permanents sont associés aux cases de bois, puisque les trieurs de l'agence varient d'une journée à l'autre.

Le système de tri est composé d'un convoyeur d'alimentation et d'un convoyeur principal. Les matières résiduelles à trier sont chargées par un grappin sur le convoyeur d'alimentation composé d'un tamis vibrant pour les résidus inférieurs à 2 po (5 cm). Ce premier convoyeur alimente le convoyeur principal de la table de tri. Chaque trieur est attitré à une matière spécifique à trier et est positionné vis-à-vis les chutes alimentant les cases des différentes catégories de matières. Un convoyeur de retour, localisé sous la table de tri principal, permet à l'ensemble des trieurs d'effectuer un tri positif du bois Q2.

Dans l'analyse des essais effectués le 12 avril 2019, il est important de considérer que le propriétaire avait mis en place des améliorations dès la visite initiale du mois d'août 2018. En effet, le CDT ne faisait qu'une seule catégorie de bois avant le projet. Des ajustements au niveau de tout son processus et de la gestion de sa cour ont été amorcés par le propriétaire à l'été 2018, en plus de rencontrer ses nouveaux acheteurs. Cela lui a permis d'améliorer progressivement le rendement global et de résulter en une certaine forme de stabilité dans les pratiques de tri au moment de l'essai sur site.

3.1.1 BONNES PRATIQUES ÉTUDIÉES ET CONSTATS

Les bonnes pratiques étudiées chez *Recyclage Frédérick Morin* lors de la journée terrain du 12 avril 2019 étaient :

- Diminution de la vitesse des convoyeurs de montée et de tri ;
- Augmentation de l'intensité lumineuse ;
- Formation de l'équipe complète sur l'impact des contaminants ;
- Étude de l'ergonomie du poste de travail.

Diminution de la vitesse des convoyeurs

Le Tableau 4 affiche la vitesse du convoyeur de tri lors de la visite en août 2018 et des deux essais effectués le 12 avril 2019.

TABLEAU 4 Vitesse du convoyeur de tri

	AOÛT 2018	AVANT	APRÈS
Vitesse (m/s)	0,117	0,24	0,15

Lors de la visite en août 2018, la vitesse du convoyeur principal était la plus basse testée. Lors des essais, il a été considéré qu'une vitesse trop lente n'était pas optimale afin de maintenir un bon débit. C'est pour cette raison que des vitesses légèrement supérieures ont été testées. **Une vitesse de 0,15 m/s semble optimale pour le tri.** Elle permet de mieux visualiser les matières au passage, de les manipuler sur la table de tri et d'assurer un tri positif plus efficace, tout en maintenant une bonne cadence. Elle permet également de trier positivement des fractions plus petites en plus des fractions grossières de bois.

Formation de l'équipe

© 2019 CTTEI - Confidentiel

Au centre de tri *Recyclage Frédérick,* aucune formation formelle n'est effectuée. Des explications rapides sont données par les employés permanents aux nouveaux employés et aux trieurs de l'agence quant à la façon d'effectuer le tri.

Une formation d'une vingtaine de minutes sur les meilleures pratiques de tri a été présentée à toute l'équipe. Une présentation PowerPoint a été utilisée comme support visuel. Lors de la formation (Figure 8), l'ambiance était détendue et propice aux apprentissages. Tous les trieurs ont émis des commentaires positifs sur la gestion et sur l'entreprise *Recyclage Frédérick Morin.* Ils sont tous ouverts à améliorer le tri du bois. De plus, plusieurs échanges et questions ont été adressés à l'équipe de formateurs.

FIGURE 2 Formation de l'équipe complète *Recyclage Frédérick Morin* sur l'impact des contaminants

En plus de la formation, les trieurs ont reçu des informations sur les résultats de la première caractérisation des cases. Les employés ont pu apprendre à mieux différencier les qualités de bois avec des exemples concrets et manipulables.

Augmentation de l'intensité lumineuse

Le Tableau 5 affiche les valeurs moyennes mesurées avant et après l'ajout de lumière pour évauer l'impact de l'intensité lumineuse sur le tri au niveau des différents postes de triage.

TABLEAU 5 Intensité lumineuse sur la table de tri

	AVANT	APRÈS
Intensité lumineuse au triage Bois Q2 (lux)	325	531
Intensité lumineuse au triage Bois Q1 (lux)	391	407
Intensité lumineuse au triage Métal (lux)	327	597
Intensité lumineuse au triage Béton (lux)	284	1033
Intensité lumineuse au triage Bardeau (lux)	390	459

Selon le *Guide de Prévention des risques pour la santé et la sécurité du travail dans les centres de tri de matières recyclables* présenté à l'annexe 2, le niveau d'éclairage aux postes de tri devrait être de 550 lux en disposant les sources de lumière de façon à éviter l'éblouissement.

Un luxmètre (cal-LIGHT 400 de The Cooke Corporation) calibré et loué de l'IRRST a permis de mesurer l'intensité lumineuse avant les essais. Les mesures ont été prises aux différents postes de travail avant le premier essai en positionnant le luxmètre à la hauteur des mains sur le convoyeur principal. Celui-ci est éclairé par sept (7) tubes incandescents et six (6) tubes de type DEL. Avant le deuxième essai, soit après la mise en place des bonnes pratiques, trois (3) lumières halogènes (2 x 500W) ont été ajoutées à côté des

© 2019 CTTEI - Confidentiel

trieurs de bois Q1, entre ceux du métal et du béton, et puis près de ceux de bardeaux afin que tous les trieurs évaluent ce paramètre.

FIGURE 3 Table de tri et trieurs lors de l'ajout des lumières halogènes

Les lumières incandescentes produisent une intensité lumineuse inférieure à celles de type DEL. Cette différence était nettement visible au tri du béton. Un éclairage adéquat permet de mieux différencier les types de bois. En effet, les différentes catégories de bois sont les plus difficiles à distinguer entre elles en raison du caractère poreux de la matière (imbibé d'eau, autres matières agglomérées, saleté, vieillissement selon l'usage, etc.). Aussi, **un bon éclairage permet de mieux distinguer le bois traité** (non désiré par l'ensemble des acheteurs) des autres types de bois.

Ergonomie

L'ergonomie des trieurs a été évaluée selon les réponses des participants à une entrevue et des observations des trieurs en action par l'équipe Chamard-CTTÉI. Au CDT *Recyclage Frédérick Morin*, l'effort nécessaire pour soulever les différents résidus est raisonnable. Tous les employés étaient à l'aise avec la hauteur du convoyeur de tri. Les mouvements pour saisir les objets se faisaient de manière naturelle. En raison de la disposition des cases sous la table de tri, les tireurs sont positionnés l'un en face de l'autre (Figure 9), ce qui leur permet de bien couvrir la largeur du convoyeur. Un tapis posé sous tous les postes de travail rend la tâche statique debout plus confortable. Lorsqu'il y a des temps morts sur le convoyeur, les trieurs font un ménage rapide des résidus qui trainent autour de leur espace de travail.

L'ergonomie est évaluée comme une bonne pratique pouvant avoir un impact sur la productivité des trieurs. À ce CDT, l'ergonomie semblait optimale que ce soit pour la hauteur de la table de tri, pour la largeur du convoyeur ou pour la quantité de poussière présente. [5]

[5] Selon le CCHST, pour un travail d'intensité élevée, le convoyeur devrait être installé de 20 à 40 cm au-dessous des coudes du travailleur. La largeur du convoyeur ne doit pas contraindre l'opérateur à effectuer un mouvement d'extension vers l'avant de plus de 45 cm d'amplitude.

© 2019 CTTEI - Confidentiel

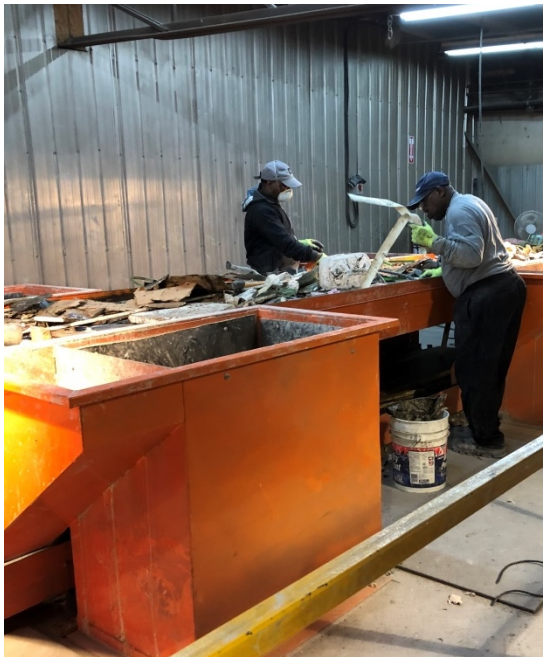


FIGURE 4 Trieurs en action face à face

3.1.2 CARACTÉRISATIONS DES MATIÈRES DANS LES CASES

Les résultats de la caractérisation doivent être analysés avec prudence. En effet, plusieurs nouvelles pratiques ont été implantées à l'initiative du propriétaire suite à la rencontre de démarrage du projet. Les effets *avant* et *après* le passage de l'équipe Chamard-CTTEI sont donc moins importants.

De plus, il est surprenant de constater des rejets de l'ordre de 40 % ainsi que des quantités de fines de l'ordre de 30 %. Au Québec, ainsi qu'à ce CDT (sur une base annuelle), c'est plutôt entre 20 et 30 % de rejets et entre 20 et 25 % de fines qui sont généralement observées. Les travaux réalisés ne représentent donc pas la génération annuelle habituelle des CDT de CRD.

Un échantillon témoin a été préparé par *Recyclage Frédérick Morin inc.,* qui a ensuite été séparé en environ de 8 tonnes de résidus de CRD mixtes[6].

Le Tableau 6 et la Figure 10 démontrent que les proportions des différentes catégories de matières sont demeurées semblables *avant* et *après* la mise en place de bonnes pratiques. La seule variation notable est dans la case des rejets, mais il serait exagéré d'attribuer cette baisse à l'amélioration des pratiques. De plus, la quantité de bois Q1 a tout de même augmenté après.

[6] Respectivement : 7,408 tonnes et 7,806 tonnes.

© 2019 CTTEI - Confidentiel

TABLEAU 6 Bilan massique par matière – *Recyclage Frédérick Morin*

	AVANT		APRÈS	
	Quantité (kg)	Proportion (%)	Quantité (kg)	Proportion (%)
Case Bois Q1	160	2 %	260	3 %
Case Bois Q2	1 620	22 %	1 760	22 %
Case Métal	190	3 %	330	4 %
Case Béton	130	2 %	120	2 %
Case Bardeau	18	0 %	50	1 %
Case Rejets	3 050	41 %	2 890	37 %
Dépôt Fines	2 240	30 %	2 450	31 %
TOTAL DES CASES	7 408	100 %	7 860	100 %

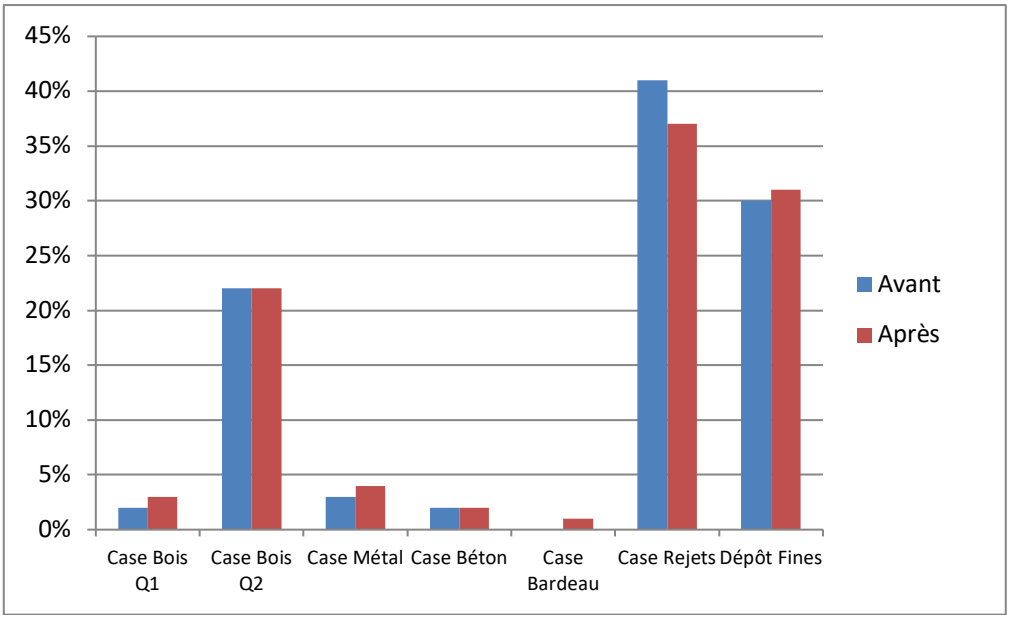


FIGURE 5 Bilan massique par matière – *Recyclage Frédérick Morin*

Il est important de mentionner qu'une estimation de la masse du bardeau a été effectuée. La case du bardeau n'avait pas été vidée en début de journée, puisque le projet ne visait pas cette matière. Les pesées des cases ont été effectuées à l'aide d'un camion et de la balance sur place.

© 2019 CTTEI - Confidentiel

FIGURE 6 Caractérisation au sol suite au premier essai; à gauche : de la case bois Q2 ; à droite : de la case Rejets

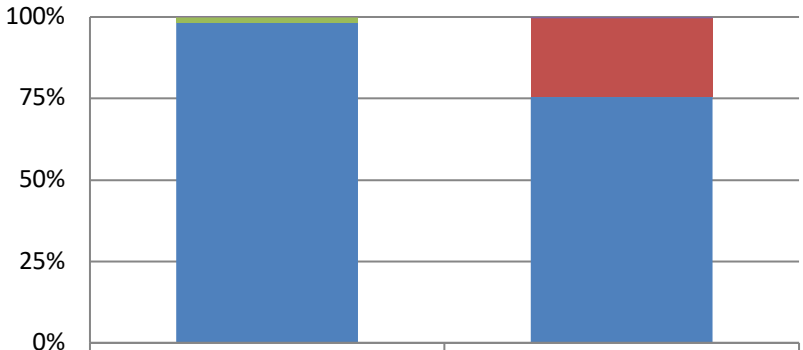
Par la suite, les cases de bois de catégorie Q1, bois de catégorie Q2 et Rejets ont été caractérisées. La caractérisation du premier essai a été effectuée manuellement par les employés du CDT ainsi que par l'équipe Chamard-CTTÉI pour les trois cases étudiées, alors que celle du deuxième essai a été effectuée au sol pour les bois Q1 et Q2, mais par un passage sur la table de tri pour les rejets. Cette méthode a permis d'effectuer un tri positif du bois en utilisant le convoyeur de retour du bois Q2. En effet, lors de la première caractérisation, l'équipe s'est rendu compte que le tri de la case Rejets était très ardu au sol, dû à la grande quantité de rejets (voir Figure 6). Les pesées des matières entreposées dans les cases ont été effectuées à l'aide de bacs, d'une balance de type commercial et de la balance industrielle du CDT.

TABLEAU 7 Caractérisation des cases Bois Q1, Q2, et rejets – *Recyclage Frédérick Morin*

		AVANT		APRÈS	
		Quantité (kg)	Proportion (%)	Quantité (kg)	Proportion (%)
Case Bois Q1	Bois Q1	157,25	98,4 %	196,37	75,5 %
	Bois Q2	0	0 %	62,43	24,0 %
	Bois traité - Rejets	2,25	1,4 %	0	0 %
	Autres rejets	0,23	0,1 %	1,20	0,5 %
	Total Q1	*159,73*	*100%*	*260,00*	*100%*
Case Bois Q2	Bois Q1	242,14	14,9 %	89,70	5,0 %
	Bois Q2	1 268,70	78,3 %	1 657	94,2 %
	Bois traité - Rejets	86,08	5,3 %	0	0 %
	Autres rejets	23,08	1,4 %	13,04	0,7 %
	Total Q2	*1620,00*	*100%*	*1759,74*	*100%*
Case Rejets	Bois Q1	5,10	0,2 %	460	15,9 %
	Bois Q2	198,86	6,5 %	2,60	0,1 %
	Bois traité - Rejets	0	0 %	0	0 %
	Autres rejets	2 846,04	93,3 %	2 427	84,0 %
	Total Rejets	*3050*	*100%*	*2889,6*	*100%*

À la Figure 7, on constate que la proportion de bois Q2 présente dans la case Q1 a augmenté suite aux changements. Il est possible que les trieurs aient voulu maximiser le tonnage de Q1 pour améliorer leur performance sans nécessairement toujours faire la distinction entre les deux grades de bois. **Cela signifie que les trieurs ont besoin de plus de temps pour apprendre à les différencier.** En effet, les trieurs ont reçu énormément de connaissances en peu de temps et cela ne respecte par la courbe d'apprentissage standard. Aussi, il n'y a aucun bois traité après la mise en place des bonnes pratiques dans la case Q1, ce qui est positif.

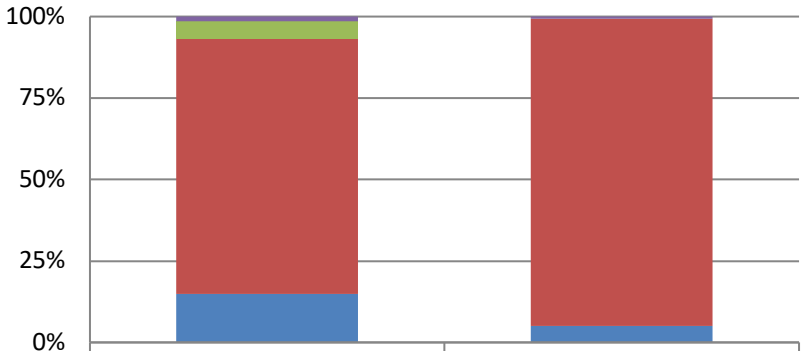
© 2019 CTTEI - Confidentiel



	Avant	Après
Autres rejets	0,10%	0,50%
Bois traité	1,40%	0%
Bois Q2	0%	24,00%
Bois Q1	98,40%	75,50%

FIGURE 7 Caractérisation de la case Bois Q1 – *Recyclage Frédérick Morin*

La Figure 8 démontre que pour la case de bois Q2, une amélioration sensible a été observée. Toutes les matières ont été mieux triées dans cette case après la mise en place des bonnes pratiques. On y retrouve moins de bois Q1, qui passe de 15% à 5 %, et une nette augmentation de 16% en bois Q2. La proportion de rejets a également diminué de moitié, passant de 1,5% à 0,7%. Il n'y a pas de présence de bois traité suite au deuxième essai.



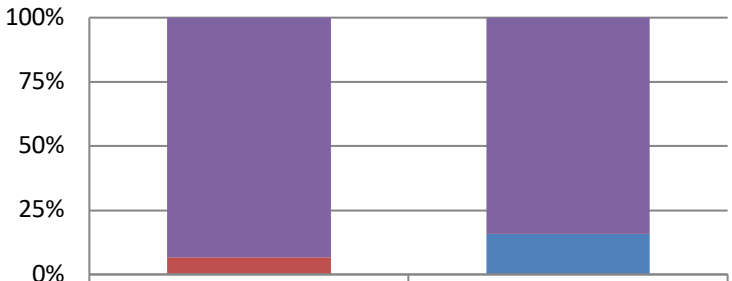
	Avant	Après
Autres rejets	1,40%	0,70%
Bois traité	5,30%	0%
Bois Q2	78,30%	94,20%
Bois Q1	14,90%	5,00%

FIGURE 8 Caractérisation de la case Bois Q2 – *Recyclage Frédérick Morin*

Notons que la catégorie *Autres rejets* comprenait une grande variété de matières dont des planches de bois bétonnées, attaches en plastique, bois multi matières (bois avec céramique, bois avec cartons), câbles, et même des déchets domestiques. La Figure 9, pour la case des rejets, montre une augmentation de Bois Q1 alors que la proportion de Q2 a diminué. Ainsi, plus de 16 % du bois de catégorie Q1 additionnel auraient pu être acheminés chez les acheteurs. Lors des caractérisations, le bois traité et le Bois Q2 étaient plus difficiles à distinguer pour certaines personnes ce qui peut avoir influencé le résultat. Les trieurs ont également dû ressentir la pression d'être observés et évalués, donc à rejeter davantage de matières pour

© 2019 CTTEI - Confidentiel

maintenir la qualité des Q1 et Q2 au détriment de la qualité. De plus, les conditions étaient difficiles puisque le bois était très humide, en raison des conditions météorologiques, ce qui complique le travail des trieurs.



	Avant	Après
Autres rejets	93,30%	84,00%
Bois traité	0%	0%
Bois Q2	6,50%	0,10%
Bois Q1	0,20%	15,90%

FIGURE 9 Caractérisation de la case Rejets – *Recyclage Frédérick Morin*

3.1.3 Synthèse des constats et suivi

Les principaux constats pour les essais effectués au CDT *Recyclage Frédérick Morin* sont les suivants :

- La proportion de bois de catégorie Q1 a augmenté de 62 %;
- La proportion de bois de catégorie Q2 a augmenté de 8,6 %;
- Les rejets ont été réduits de 5,2 %;
- Il reste encore du bois valorisable dans les rejets;
- Les employés ont besoin de temps pour maitriser les catégories de bois et apprendre à identifier les contaminants.

FIGURE 10 En juin 2019 : à gauche : case de bois Q2; à droite : case de bois Q1

© 2019 CTTEI - Confidentiel

Deux mois après la journée de terrain, un suivi téléphonique a été réalisé avec ce centre de tri. Le questionnaire de suivi est présenté à l'annexe 7. Le centre de tri a maintenu les changements apportés et a pu faire les constats suivants :

- Deux (2) trieurs et un (1) opérateur attitré à la qualité sont venus compléter l'équipe ;
- Avant, le CDT ne faisait qu'un grade de bois Q2 (en réponse aux acheteurs du moment). Désormais, il sépare le bois de catégorie Q1 du Q2 ;
- Il s'assure de ne pas faire de contamination croisée par le nettoyage du broyeur entre les lots de qualité différente ;
- Il a mieux compris les besoins des acheteurs ;
- Ces modifications demandent toutefois un effort soutenu de la part du gestionnaire (temps et argent);
- L'accompagnement reçu par l'équipe Chamard/CTTÉI a été bénéfique.

3.2 RÉSULTATS AU CDT *MATREC* – ST-HYACINTHE

Les installations de Matrec à St-Hyacinthe sont considérées comme un centre de grande taille, puisqu'il peut traiter près de 400 tonnes de matières mixtes par jour. Pour les besoins du projet pilote, c'est un échantillon de 100 tonnes qui a été trié en deux lots de 50 tonnes. Dans le cadre du projet, l'équipe terrain a dû s'ajuster et adapter le jour même les procédures en fonction des pertes de temps occasionnées par les manipulations des matières. Les deux essais ainsi que la première caractérisation de la case des rejets ont été effectués le 2 mai 2019, alors que la caractérisation du second lot a été faite le matin du 3 mai 2019.

Un pré-tri a été effectué avec un grappin avant l'entrée de la matière dans le procédé de tri. Ce système de tri est constitué d'un convoyeur d'alimentation et d'un convoyeur principal. L'échantillon à trier est chargé par un grappin sur le convoyeur d'alimentation avant d'être dirigé vers un tamis vibrant pour les fractions fines. Les résidus de tamisage (< 5 cm) sont acheminés directement par convoyeur vers un lieu d'entreposage à l'intérieur. Les fractions moyennes (entre 5 et 12,5 cm) sont acheminées vers un séparateur densimétrique. Les matières lourdes (majoritairement des agrégats) sont redirigées vers une table de tri secondaire où un tri négatif est effectué afin de retirer les contaminants. Quant aux métaux, ils sont captés par un aimant en début de ligne.

À la sortie du séparateur densimétrique, les fractions légères (majoritairement du bois et du plastique) sont acheminées vers une salle de tri secondaire. Considérant les circonstances actuelles de l'industrie des résidus de CRD, notamment le manque de débouchés, aucun trieur n'est assigné à cette table de tri secondaire habituellement. La fraction entre 2 et 4 po se dirige donc directement en bout de ligne de tri dans la case de rejets. Les matières supérieures à 4 po sont dirigées vers la table de tri principale pour être triées en six (6) catégories. Entre 15 et 20 trieurs sont habituellement assignés au tri. Ils ont d'ailleurs tous accès à des bacs de 120 ou de 360 litres localisés un peu partout dans la salle de tri afin de trier du bois lorsque nécessaire. Les chefs d'équipe s'assurent que ces bacs soient vidés au fur et à mesure afin d'assurer un bon roulement.

3.2.1 BONNES PRATIQUES ÉTUDIÉES ET CONSTATS

Les bonnes pratiques étudiées chez *Matrec* – St-Hyacinthe lors de la journée terrain du 2 mai 2019 ont été les suivantes :

- Diminution du débit de matières sur les convoyeurs ;
- Augmentation du nombre de trieurs et redistribution des tâches (tri secondaire) ;
- Formation de l'équipe complète sur l'impact des contaminants ;

© 2019 CTTEI - Confidentiel

- Étude de l'ergonomie du poste de travail.

Diminution du débit des matières

Le débit des matières est passé de 42 à 37 tonnes à l'heure, comme mentionné au Tableau 8.

TABLEAU 8 Débit des matières sur la table de tri principale

	AVANT	APRÈS
Débit de matières (t/h)	42	37

En diminuant le débit de matières, il y a eu moins d'empilements sur le convoyeur principal. Cela avait pour but de permettre aux employés de mieux discerner les morceaux de bois sur la table de tri. La cadence des trieurs restait soutenue.

Augmentation du nombre de trieurs

TABLEAU 9 Nombre de trieurs et chefs d'équipe lors des essais

	AVANT	APRÈS
Trieurs dans la salle principale	12	11
Trieurs dans la salle secondaire	0	5
Chefs d'équipe	3	3

Lors de l'essai AVANT la mise en place de bonnes pratiques, tous les trieurs et les chefs d'équipe étaient situés dans la salle du convoyeur principal. Un trieur était attitré à la table de tri de la sortie des matières lourdes du séparateur densimétrique. Deux (2) trieurs expérimentés se trouvaient aux cases de bois.

Lors de l'essai APRÈS la mise en place des bonnes pratiques, 11 trieurs étaient assignés à la table de tri principal tandis que 5 trieurs étaient assignés à la table de tri secondaire. Un trieur était aussi attitré à la table de tri des matières lourdes localisées à la sortie du séparateur densimétrique. Deux trieurs expérimentés se trouvaient aux cases de bois comme pour le premier essai.

De manière générale, plus il y a de trieurs dans un CDT, plus le tri est efficace. Un plus grand nombre de prises permet de récupérer une plus grande portion de matières recyclables ou valorisation et ainsi éviter qu'elles se retrouvent à l'enfouissement.

La sortie des matières légères contient une grande proportion de bois. Positionner des trieurs dans cette salle contribue considérablement à éviter l'enfouissement d'une grande quantité de bois. La grosseur de la fraction permet difficilement de catégoriser les types de bois, c'est donc du bois de catégorie Q2 qui est généré à partir de cette salle de tri.

Formation de l'équipe

Une formation d'une vingtaine de minutes sur les meilleures pratiques de tri a été présentée à toute l'équipe de Matrec-St-Hyacinthe dans la salle à manger après le dîner avec une présentation PowerPoint comme support visuel. Le directeur des opérations ainsi que le chef d'équipe principal, ont également assisté à la formation.

© 2019 CTTEI - Confidentiel

FIGURE 11 Formation de l'équipe *Matrec* sur l'impact des contaminants

Les employés ont mentionné que la formation comportait beaucoup d'informations, mais qu'il était intéressant de comprendre l'impact du tri du bois sur les acheteurs en aval. Plusieurs trieurs avaient des questions pertinentes pour la formatrice.

Ergonomie des postes de travail

Selon le *Guide de Prévention des risques pour la santé et la sécurité du travail dans les centres de tri de matières recyclables*, le niveau d'éclairage aux postes de tri doit être de 550 lux en disposant les sources de lumière de façon à éviter l'éblouissement. La table de tri principale est éclairée par 8 tubes de type DEL. Le Tableau 10 affiche les valeurs moyennes mesurées.

Toutes les lumières incandescentes ont été remplacées par des tubes de type DEL en 2019. Tous les postes de travail ont une intensité lumineuse supérieure à 550 lux.

TABLEAU 10 Intensité lumineuse sur la table de tri principale

Intensité lumineuse au triage du carton (lux)	1 235
Intensité lumineuse au triage du bois A (lux)	1 100
Intensité lumineuse au triage du bois B (lux)	1 293
Intensité lumineuse au triage d'agrégats (lux)	1 095
Intensité lumineuse au triage du métal (lux)	951

© 2019 CTTEI - Confidentiel

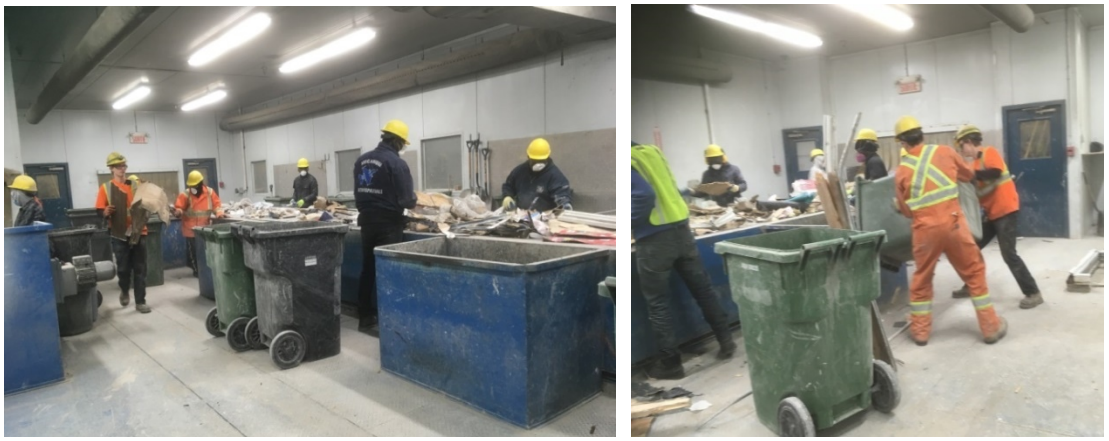


FIGURE 12 À gauche : trieurs en actions ; à droite; Chefs d'équipe déversant un bac de bois dans la case associée

L'ergonomie des trieurs était évaluée selon les commentaires de trieurs et de chefs d'équipe, et selon les observations des trieurs en action par l'équipe Chamard-CTTÉI.

Au CDT Matrec, l'effort nécessaire pour soulever les différents résidus est raisonnable. Si un morceau de taille plus importante doit être récupéré sur le convoyeur, les trieurs se mettent en équipe pour le soulever. Les bacs de bois, utilisés par les trieurs non attitrés aux cases de bois, sont normalement vidés dans les cases par les chefs d'équipe, qui sont formés pour éviter des blessures au dos (Figure 12). Néanmoins, il arrive que les trieurs doivent vider ces bacs lorsque les chefs ne sont pas toujours indisponibles.

Aucun tapis n'est placé sous les postes de travail. De tels tapis permettraient de rendre la tâche statique debout plus confortable. Une accumulation importante de poussières a été observée lors des essais. Les trieurs portaient tous des masques, à l'exception des chefs d'équipe permanents. Tous les employés semblaient à l'aise avec la hauteur du convoyeur de tri. La largeur du convoyeur principal semble légèrement trop grande ; même en étant positionnés l'un en face de l'autre, les trieurs doivent s'étirer pour atteindre le centre du convoyeur. Les mouvements pour saisir les objets ne se font donc pas de manière totalement naturelle. Quelques améliorations possibles ont été notées pour l'ergonomie, mais aucune ne semble affecter de manière importante la productivité des trieurs.

3.2.2 CARACTÉRISATIONS DES MATIÈRES DANS LES CASES

Le bilan massique présenté à la Figure 13 démontre avant tout que la proportion de rejets est similaire que chez *Recyclage Frédérick* et avoisine les 40% en moyenne. Toutefois, les proportions de Q1 et Q2 sont inversées et, au total, légèrement plus faibles. Cette proportion dépend de l'origine de la matière. Matrec – St-Hyacinthe reçoit des conteneurs principalement en provenance de chantiers de CRD et d'écocentres. Une très légère augmentation dans la proportion de bois Q2 est observée, passant de 4 % à 7%. En ayant plus de trieurs et un débit plus faible de matières sur le convoyeur, les autres matières recyclables sont aussi mieux triées.

Les pesées de ces cases ont été effectuées à l'aide d'un camion transroulier et de la balance industrielle du site. Les autres matières ont été déduites en soustrayant les trois cases pesées de la masse totale.

© 2019 CTTEI - Confidentiel

TABLEAU 11 Bilan massique par case – *Matrec*

	AVANT		APRÈS	
	Quantité (kg)	Proportion (%)	Quantité (kg)	Proportion (%)
Case Bois Q1	8 070	15 %	7 290	14 %
Case Bois Q2	2 170	4 %	3 560	7 %
Case Rejets	23 870	45 %	17 230	34 %
Autres matières *	19 405	36 %	22 620	45 %
TOTAL	53 515	100 %	50 700	100 %

** Autres matières : carton, agrégats, métal, fines.*

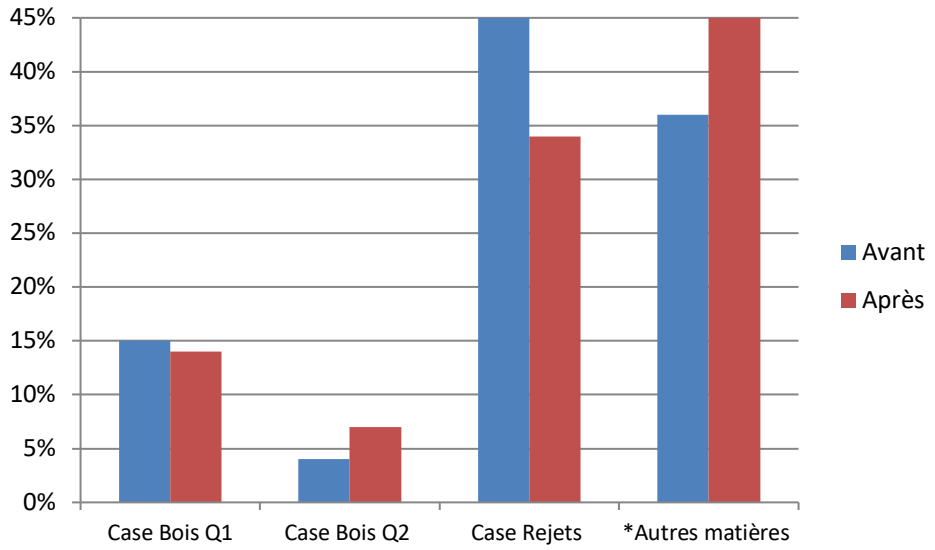


FIGURE 13 Bilan massique par case - *Matrec*

La case des rejets a été caractérisée afin de connaitre la quantité de bois mixtes qui se trouve dans les rejets. Elle a été effectuée en repassant les rejets sur la table de tri, comme observée au Tableau 12 et en appliquant un tri positif sur le bois de toutes catégories confondues. On constate que la teneur en bois de la Case rejets a diminué de 7 %.

© 2019 CTTEI - Confidentiel

FIGURE 14 Caractérisation de la case des rejets – *Matrec*

TABLEAU 12 Caractérisation de bois dans la case des rejets – *Matrec*

		AVANT		APRÈS	
		Quantité (kg)	Proportion (%)	Quantité (kg)	Proportion (%)
Case Rejets	Bois	3 950	17 %	1 790	10 %
	Rejets	19 920	83 %	15 440	90 %
	Total Rejets	*23 870*	*100 %*	*17 230*	*100 %*

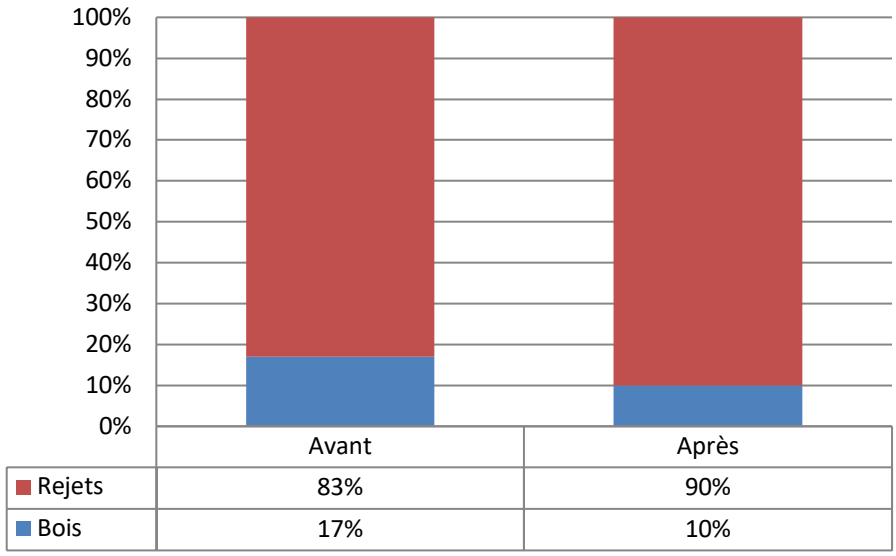


FIGURE 15 Caractérisation de la case Rejets – *Matrec*

Le nombre de trieurs et le débit de matière ont nettement eu un impact sur la qualité du tri lors du deuxième essai. Le débit de matière plus faible a permis aux trieurs de mieux cerner les différentes matières, sans toutefois diminuer la vitesse du convoyeur. Le nombre de trieurs a permis d'avoir des personnes attitrées à toutes les cases dans la salle principale et d'ajouter des trieurs dans la salle secondaire, située en aval du

© 2019 CTTEI - Confidentiel

séparateur densimétrique. Lors du deuxième essai, une quantité non négligeable de morceaux de bois ont passé directement dans les fractions 2-4 po. S'il n'y avait pas eu de trieurs dans la salle secondaire, la proportion de bois mixte aurait été inférieure.

3.2.3 SYNTHÈSE DES CONSTATS ET SUIVIS

Les principaux constats pour les essais effectués au CDT *Matrec* sont les suivantes :

- L'entreprise avait déjà de bonnes pratiques avant la réalisation du projet pilote ;
- La proportion de bois de catégorie Q1 triée demeure similaire ;
- La proportion de bois de catégorie Q2 a augmenté de 3 % ;
- Les rejets ont été réduits de 11 % ;
- La proportion de bois dans les rejets a été réduite de 7 % ;
- Le gestionnaire du CDT a déjà une bonne relation avec ses acheteurs avec qui il échange régulièrement;
- Le gestionnaire du CDT trouve sa gestion facilitée lorsqu'il connait l'origine des chargements qui lui sont acheminés ;
- L'ajout de trieurs pourrait être une bonne pratique pour ce CDT. Toutefois, dans les conditions actuelles du marché, l'entreprise considère qu'elle a peu d'incitatifs à produire de la qualité supérieure à celle qu'elle produit actuellement.

En effet, il s'agit d'un CDT d'une grande capacité et l'augmentation du nombre de trieurs est un enjeu dans le contexte actuel de la main d'œuvre. Les CDT de grandes tailles peuvent avoir recours à des lecteurs optiques dont l'impact sur la qualité du tri a déjà été démontré dans l'industrie. Cela demeure toutefois une option dispendieuse pour de plus petits CDT. Le questionnaire de suivi est présenté à l'annexe 8.

3.3 ANALYSES PHYSICOCHIMIQUES DES ÉCHANTILLONS

En automne 2018, des audits ont été effectués aux deux CDT participants et un échantillonnage a été effectué à cette occasion. Les échantillons de bois prélevés chez *Recyclage Frédérick Morin* ont été broyés au CTTÉI alors que ceux de *Matrec* ont été broyés chez Groupe Bellemare, leur conditionneur habituel. Tous les échantillons ont ensuite été envoyés au laboratoire d'analyses *Biobois* pour la mesure de plusieurs paramètres physico-chimiques.

Au printemps 2019, des échantillons ont également été prélevés lors de journées terrain au CDT *Recyclage Frédérick Morin*. À la suite de la caractérisation des cases avant et après la mise en place des bonnes pratiques de tri, les lots de Bois Q1 et de Bois Q2 ont été broyés séparément puis échantillonnés. Cette caractérisation des cases de bois n'a pas été possible au CDT *Matrec* en raison du débit élevé de matière et de l'absence de broyeur sur place. La totalité des analyses physicochimiques est présentée à l'annexe 4.

Les principaux paramètres d'acceptabilité pour différents débouchés ont été répertoriés soit pour la fabrication de panneaux particules, pour la cogénération en chaudière à biomasse chez les papetières ainsi que combustible alternatif en cimenteries. Les fabricants de panneaux particules achètent le bois de catégorie Q1 seulement alors que les deux autres recycleurs acceptent le bois de catégorie Q2.

© 2019 CTTEI - Confidentiel

TABLEAU 13 Diminution de la contamination chimique – *Recyclage Frédérick Morin*

		Recyclage Frédérick Morin							
Échantillon		Visite (Avant) Q1	Visite (Avant) Q2	Après Q1	Après Q1	Après Q2	Après Q2	Panneaux particules	Cimenteries
Date		08/08/19	08/08/19	12/04/19	12/04/19	12/04/19	12/04/19		
Contamination chimique									
Arsenic	ppm	131	137	1	15	1	1	<25	47
Chrome	ppm	162	185	2	22	4	6	<60	111
Plomb	ppm	259	49	6	11	20	20	<90	18
Cuivre	ppm	110	74	41	13	111	16	<100	253
Zinc	ppm	165	545	21	28	44	85	<500	159

Le CDT *Recyclage Frédérick Morin* a mis en place des améliorations de son procédé dès la visite initiale du mois d'août 2018 (colonne Visite dans le tableau). Cela se répercute dans les analyses physicochimiques qui démontrent un maintien ou une diminution de contamination (si dépassement des seuils des acheteurs : en rouge dans le tableau). Ainsi, au niveau physicochimique, les échantillons testés par *BioBois* en avril peuvent tous être considérés comme des *après*. Le Tableau 13 affiche les contaminants chimiques dont une amélioration notable a été observée, ainsi que les critères limites des fabricants de panneaux particules et des cimenteries utilisant les copeaux de bois comme combustibles alternatifs. Les usines faisant de la cogénération n'ont pas mentionné de critères pour ces contaminants chimiques. On constate une diminution notable des niveaux de contamination du bois Q1 et Q2 entre le début (AVANT - août 2018) et la fin du projet (APRÈS - avril 2019).

3.3.1 PARAMÈTRES IMPORTANTS POUR LES FABRICANTS DE PANNEAUX PARTICULES

Les principaux critères de refus des fabricants de panneaux particules sont la présence de Formica, de bois peint, de plomb et de non-biomasse, soit toute matière inorganique.

- **Formica** : Il s'agit d'une matière de plastique. Elle est utilisée pour recouvrir le mobilier de cuisine et d'autres mobiliers de maison. Cette matière entraine des blocages dans le procédé normal de fabrication des panneaux. Suite aux analyses, seuls les bois Q2 n'ont pas respecté le critère de concentration en formica. Donc, les bois achetés aux deux CDT participants par ces acheteurs sont acceptables pour ce critère.

- **Bois peint** : Il est considéré comme un contaminant puisqu'il peut contenir des contaminants chimiques tels que l'arsenic, le chrome et le cuivre. Selon les analyses, seuls les échantillons de bois Q2 avaient une concentration de point peint supérieure au critère. Lors du tri, les bois peints doivent être classés dans cette case. Cela démontre que le tri est bien effectué et que les critères de ces acheteurs sont respectés.

- **Total non biomasse** : Cela représente la somme de tous les contaminants n'étant pas de la biomasse appelés aussi « corps étrangers ». La majorité des échantillons de bois Q1 échantillonnés respectent ce critère alors que les échantillons de bois Q2 se situent au-delà.

- **Plomb** : Il peut entrainer de graves dangers pour la santé humaine. Il est donc très important qu'il n'y pas eu de plomb dans les copeaux de bois composant les panneaux de particules. En observant les résultats, seul le bois de catégorie Q1 échantillonné lors de l'audit préliminaire au CDT *Recyclage Frédérick Morin* possède une concentration supérieure au critère de 90 ppm de plomb. Le plomb peut provenir de différentes sources : vieille peinture à base de plomb, terre contaminée, vieilles conduites d'eau et divers articles ménagers (céramiques, verrerie, conserves alimentaires, encres colorées, etc.). Il faut noter que cet échantillon comportait peu de bois peint selon les analyses physicochimiques.

© 2019 CTTEI - Confidentiel

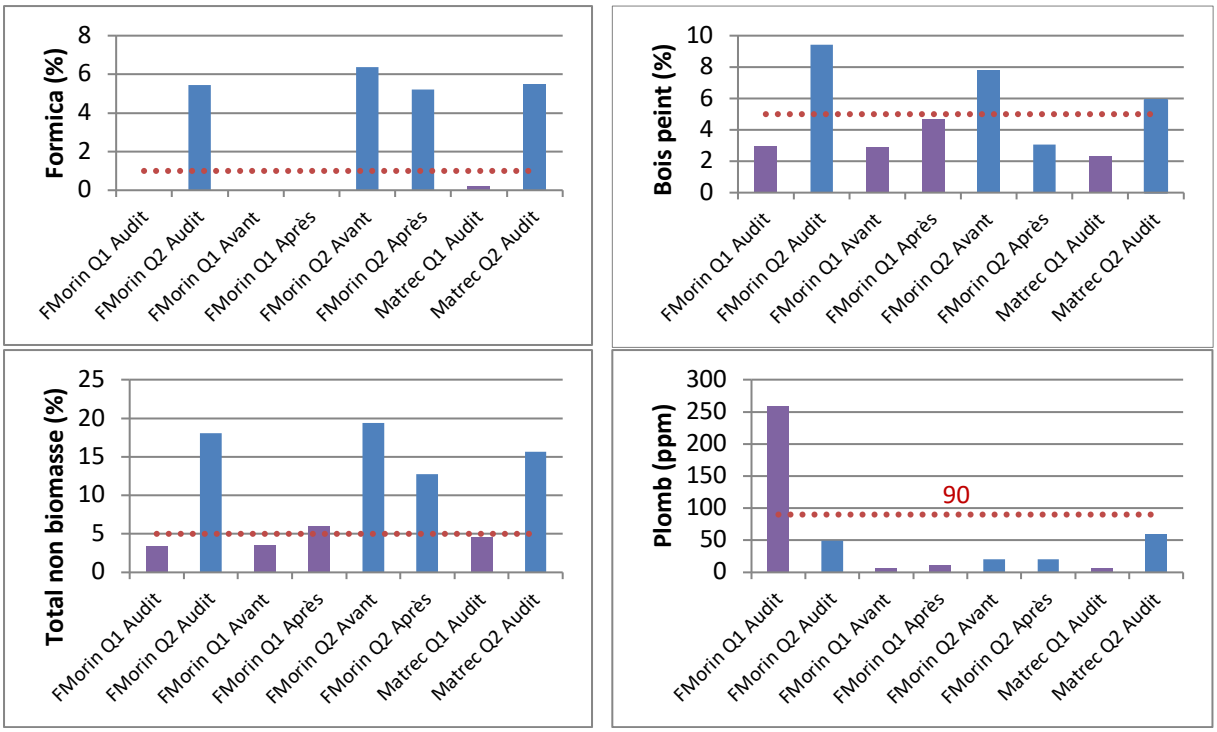


FIGURE 16 Paramètres importants pour les fabricants de panneaux de particules

3.3.2 PARAMÈTRES IMPORTANTS POUR LES CIMENTERIES

Les paramètres critiques pour les cimenteries sont le degré d'humidité, la valeur énergétique et la teneur en halogènes totaux.

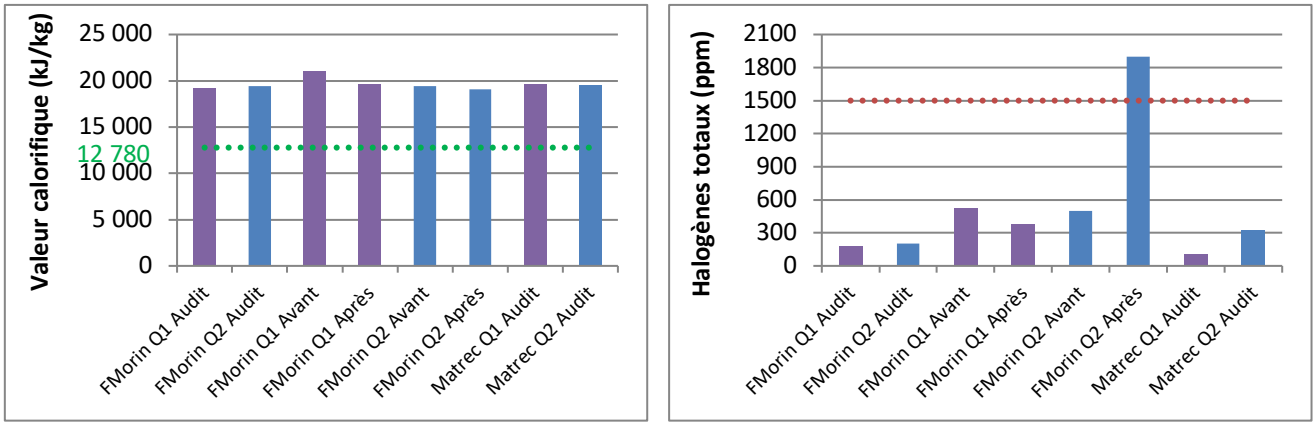


FIGURE 17 Paramètres importants pour les cimenteries

- **Humidité** : Le degré d'humidité est moins critique si le bois est introduit dans le procédé via le broyeur à charbon. Il ne doit cependant pas dépasser 10 % s'il passe directement par le système de combustibles alternatifs. Tous les échantillons analysés ont un degré d'humidité entre 15 et 25 %. La cimenterie pourrait utiliser tout de même ce bois mais en offrirait un prix

© 2019 CTTEI - Confidentiel

moindre. Le CDT pourrait aussi choisir de le sécher mais cela engendrera un coût d'opération supplémentaire.

- **Valeur énergétique** : Les cimenteries sont à la recherche de matière résiduelle d'une valeur calorifique supérieure ou égale à celle du charbon (12 780 kJ/kg) et à prix compétitif. Le bois possède une faible valeur calorifique comparativement à d'autres matières, telles que le bardeau et le nylon de pneu. Il est utilisé comme combustible alternatif en basse saison d'approvisionnement des autres matières.

- **Halogènes totaux** : Le fluor, le chlore, le brome, l'iode, l'astate ainsi que le tennesse sont des halogènes. La norme du *Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère* indique que la concentration maximale d'halogènes totaux dans les résidus valorisés énergétiquement est de 1 500 ppm. Une cimenterie pourrait utiliser des combustibles alternatifs ayant une teneur d'halogènes supérieure à 1500 ppm en démontrant une efficacité de destruction de 99,9999 % des composés organiques stables et en respectant les normes d'émission de HCL. On sait que seuls 10% des plastiques mixtes sont acceptés par les cimenteries puisque leur teneur moyenne en chlore est d'environ 15 000 mg/kg dû à la présence polychlorure de vinyle (PVC). Bien que du plastique mixte ait pu se retrouver dans la partie Rejets des échantillons de bois prélevés, tous respectent la norme des halogènes totaux à l'exception de l'échantillon de Bois Q2 du CDT *Recyclage Frédérick Morin* (échantillon prélevé après la mise en place de bonnes pratiques de tri). Il est donc probable qu'on ait eu affaire à du bois traité au pentachlorophénol.

3.3.3 PARAMÈTRES IMPORTANTS POUR LA COGÉNÉRATION

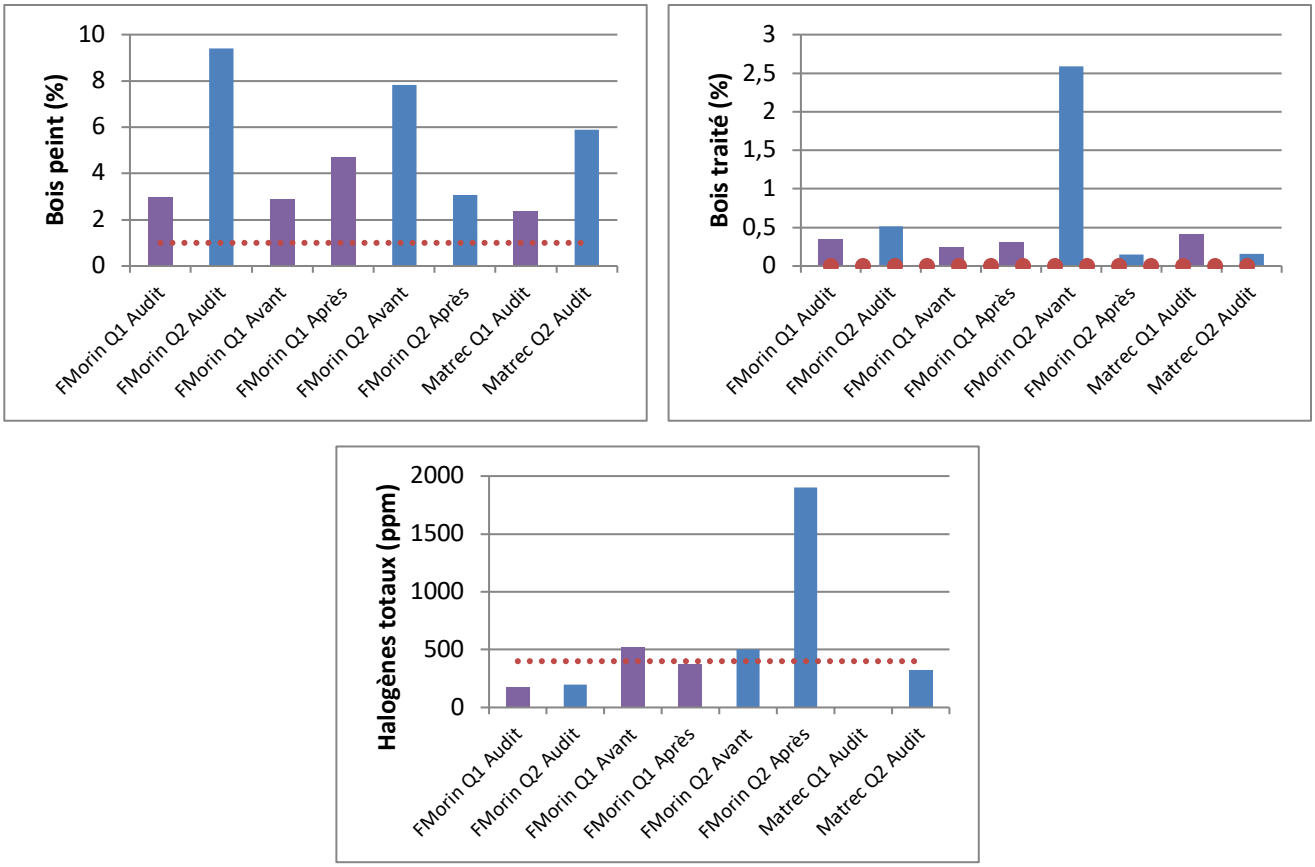


FIGURE 18 Paramètres importants pour la cogénération

© 2019 CTTEI - Confidentiel

- **Dioxine et furane** : La dioxine et le furane sont des composés chimiques très toxiques générés lors d'un processus de combustion en présence de chlore. L'usine FP Resolu de Gatineau est actuellement en processus pour commencer l'analyse régulière de ces deux composés. Il est important de mentionner que le bran de scie est une matière reconnue comme pouvant générer des dioxines et des furanes. Ces dernières sont de plus très pulvérulentes dans les chaudières de cogénération et se logent dans les tubes de celles-ci, empêchant le refroidissement adéquat des gaz de combustion et produisant lesdits composés.

- **Bois peint** : La concentration en bois peint est un critère qui varie selon les acheteurs et le type d'équipement qu'ils possèdent. Certaines usines peuvent accepter des résidus de panneaux particules, de bois peint ou de bois traité chimiquement aux créosotes. Selon les résultats obtenus, toutes les qualités de bois affichent une concentration minimale de 2% en bois peint. Chez Matrec, le chef d'équipe des trieurs a mentionné lors de la formation que le bois Q2 avec de la peinture sur les deux faces était accepté, tel que vu sur la Figure 19. Il conviendrait alors d'améliorer la communication entre les CDT et les acheteurs pour vérifier leurs normes sur le bois peint puisqu'en se fiant aux résultats d'analyses seulement, ce processus entraine une hausse non négligeable en contamination.

FIGURE 19 Case de bois Q2 du premier essai – *Matrec*

- **Bois traité** : Le bois traité présent en CDT peut contenir de l'arsenic, du chrome et du cuivre. Tout comme pour la concentration en bois peint, le critère d'acceptation varie selon les acheteurs. La majorité des concentrations massiques se situent au-dessous de 0,5%. Seul le bois de catégorie Q2 du CDT *Recyclage Frédérick Morin* avant la mise en place de bonnes pratiques de tri dépasse le critère avec 2,5%. Il est important de mentionner que le résultat de caractérisation a indiqué un contenu en bois traité de 5% de bois dans cette case.

- **Halogènes totaux** : Comme pour les combustibles alternatifs, la concentration en halogènes totaux est un critère important pour la cogénération. La norme du *Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère* est de 1 500 ppm, mais le critère évalué par ces acheteurs est souvent plus strict. Par exemple, chez une certaine papetière participante, la concentration en halogènes totaux doit être inférieure à 400 ppm. Trois des échantillons prélevés possèdent des concentrations au-delà de la limite établie. Pour les échantillons bois Q1 et de bois Q2 du CDT *Recyclage Frédérick Morin* prélevés AVANT la mise en place de bonnes pratiques, leur valeur est légèrement supérieure à la norme. Il faudrait confirmer la marge d'erreur avant de

© 2019 CTTEI - Confidentiel

statuer qu'il s'agit d'échantillons qui seraient rejetés par cet acheteur. Encore une fois, l'échantillon de bois de catégorie Q2 au CDT *Recyclage Frédérick Morin* APRÈS la mise en place de bonnes pratiques de tri semble aberrant vu que la caractérisation manuelle n'a démontré la présence d'aucun plastique, tel que mentionné précédemment. Il important de mentionner qu'il y a eu une augmentation marquée des halogènes totaux à l'hiver 2019. En effet, selon le gestionnaire du site, le froid aurait eu pour conséquence une utilisation accrue du sel pour dégeler les camions.

© 2019 CTTEI - Confidentiel

4. AUTRES RETOMBÉES POTENTIELLES DU PROJET

Lors du dépôt de la demande de financement, des objectifs avaient été proposés afin de mesurer la performance du projet pilote. Ils sont présentés au tableau suivant.

De manière générale, ces éléments pourront être évalués à plus long terme, après que les nouvelles pratiques de gestion auront été implantées après un certain temps. Il serait judicieux de prévoir une certaine forme de suivi et de collecte d'informations auprès des CDT qui les auront mis en place, afin de documenter les impacts de manière plus quantitative. Ainsi, les quantités recyclées et valorisées, le nombre d'emplois créés, les gains économiques et la destination (et valeur) des débouchés pourront être comparés AVANT puis APRÈS la mise en place des mesures à plus long terme.

Malgré tout, l'équipe Chamard-CTTEI se permet de commenter l'atteinte potentiel de ces objectifs.

TABLEAU 14 Objectifs visés par le projet

Objectifs mesurables	Détails des objectifs du projet	Commentaires de l'équipe Chamard-CTTEI
Environnementaux, autres qu'en GMR (réduction de GES)	Améliorer la qualité du bois de CRD valorisé. Réduire les impacts environnementaux liés au niveau de poussières de bois.	Une meilleure compréhension des enjeux de l'industrie, de l'attente des acheteurs et des sources potentielles de contamination ne pourrait qu'améliorer la qualité du bois valorisé. Favoriser les marchés plus locaux, en réalisant une analyse adéquate de sa région et en connaissant mieux les acheteurs potentiels de bois permettra une éventuelle réduction des émissions GES liées au transport. Les efforts et recommandations au niveau de l'ergonomie permettront probablement une meilleure gestion des poussières, mais cela reste à prouver.
Économiques (ex. : économies ou gains réalisée)	Diriger le bois de CRD vers des débouchés viables en limitant les investissements nécessaires. Améliorer la valeur ajoutée au bois de CRD.	Il faudra des études plus poussées, et à plus long terme pour valider l'impact économique des changements apportés pour chaque centre de tri. Plusieurs meilleures pratiques suggérées peuvent être implantées à peu de frais. Si celles-ci sont accompagnées d'une hausse des revenus du CDT, alors l'impact économique est facilement quantifiable. Or, ce n'est pas si simple. Une étude plus poussée est donc à envisager pour démontrer aux CDT la preuve comptable et économique de la plus-value d'améliorer la qualité de bois produit.
Sociaux (ex. : nombre et types d'emplois créés, santé et sécurité des travailleurs)	Améliorer la formation des trieurs. Limiter le roulement de personnel dans les centres de tri de CRD.	Déjà, il est possible d'affirmer que cet objectif est atteint. La formation suggérée a eu des impacts positifs sur l'esprit d'équipe et le sentiment d'appartenance à l'entreprise.

© 2019 CTTEI - Confidentiel

CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

L'équipe de Chamard-CTTEI tient à remercier tout particulièrement la participation exemplaire des CDT participants qui ont accepté de modifier complètement leurs opérations pour mettre en place les différents essais.

Malgré quelques ajustements nécessaires à la méthodologie de départ, l'équipe de projet a réussi à atteindre ses objectifs, soit d'identifier les meilleures pratiques de tri du bois CRD, de monter une formation, de produire un guide et d'accompagner deux CDT dans cet apprentissage. Malheureusement, les conditions météo, tant à l'automne 2018 qu'au printemps 2019, ont empêché la réalisation des essais sur une période de plusieurs mois. Ainsi, la mesure de la performance de tri et du taux de recyclage et de valorisation après la période d'appropriation des meilleures pratiques n'a pu avoir lieu tel que définie initialement. Néanmoins, les observations faites sur site ont permis de constater qu'un débit de tri plus lent, un nombre de trieurs plus élevé et une luminosité accrue favorisent un tri plus efficace. De plus, plusieurs apprentissages ont pu être tirés des travaux réalisés et ont permis l'avancement des connaissances dans les pratiques de tri en milieu réel :

- La qualité du tri peut se mesurer par une évaluation visuelle du taux de contamination.
- Les trieurs, avec une bonne formation et un délai suffisant pour se former aux nouvelles pratiques, peuvent améliorer leur performance. Il est d'ailleurs recommandé d'attitrer autant que possible les mêmes trieurs aux mêmes postes afin de leur permettre de prendre de l'expérience. Une rotation du personnel est toutefois souvent nécessaire car certains postes sont plus exigeants que d'autres (agrégats, gros rebuts), mais, idéalement, des trieurs expérimentés devraient être attitrés aux cases de bois. Il serait judicieux de penser à implanter un système d'émulation afin de les motiver. Il pourrait s'agir d'un simple retour des acheteurs quant à la qualité du tri effectué; un visuel avec code de couleur quant à la qualité des envois précédents par exemple. Une meilleure rétention du personnel pourrait en résulter.
- Les employés ont apprécié être informés des attentes de leur employeur et de se faire expliquer les besoins des acheteurs. L'esprit d'équipe a son importance et l'implantation de modes de communication constants avec les trieurs est à prioriser pour un gestionnaire de CDT.
- Attribuer à un trieur le rôle de contrôleur de la qualité devrait faire partie des solutions.
- Les quantités importantes de matières reçues dans les plus gros CDT représentent un défi. La vitesse des convoyeurs peut difficilement être réduite. L'augmentation du nombre de trieurs représente alors une solution possible.
- Les formations testées lors du projet semblent non seulement avoir eu un impact sur la compréhension des trieurs quant au travail qui est attendu d'eux, mais également sur leur motivation en tant qu'équipe. Il est recommandé de produire un court vidéo de quelques minutes présentant sommairement les bonnes pratiques et la nature des contaminants ciblés. Ce vidéo pourrait être visionné à leur arrivée par les nouveaux trieurs afin de les familiariser rapidement avec les façons de faire du CDT. Des affichettes dans la salle des repas viendraient rappeler ces informations de base par des images signifiantes.
- Les analyses physicochimiques ont démontré qu'il est possible d'atteindre les critères d'acceptation des acheteurs pour différentes filières.

Bien que la sensibilisation des parties prenantes de la chaine de valeur du bois et l'application des bonnes pratiques soient essentielles à l'amélioration de la qualité du bois au Québec, les enjeux financiers influencent encore grandement les activités des centres de tri.

© 2019 CTTEI - Confidentiel

Un véritable changement de pratiques, axé sur la qualité, sera accentué si des incitatifs sont mis en place :

- Contrôle au niveau des intrants dans les centres de tri.
- Restrictions quant à la proportion de bois valorisable pouvant être présente dans les rejets.
- Hausse du coût de l'enfouissement.
- Bannissement à l'élimination du bois (ou incitatif financier, comme compte le faire le MELCC avec sa nouvelle Stratégie de valorisation de la matière organique).
- Obligation au recyclage (devis d'appel d'offres publics).
- Certification ou reconnaissance des centres de tri.

La décision finale d'accepter ou non un lot de bois reposera toujours sur les épaules des acheteurs qui devront faire les analyses physicochimiques requises pour confirmer le respect de leurs exigences. Ces derniers devraient contribuer au maintien de la relation de confiance avec les fournisseurs, démontrer de la patience et de l'empathie en plus de reconnaitre leurs efforts par une rétroaction soutenue. Des partenariats acheteurs/fournisseurs pourraient être envisagés afin de faire l'acquisition conjointe d'équipements (ex. tamis, convoyeur de retour) permettant d'améliorer la qualité du bois et d'en accroitre le tonnage.

La diffusion à grande échelle de la formation et du guide aidera grandement à une meilleure appropriation des bonnes pratiques par les gestionnaires et trieurs des CDT. Les gestionnaires pourront ainsi identifier eux-mêmes les pistes d'amélioration à mettre en place en fonction de leurs moyens et de leurs ambitions. Évidemment, l'un des enjeux majeurs des CDT est le peu de débouchés potentiels et les frais de transport associés. Actuellement, la production de bois de catégorie Q2 est largement priorisée au Québec, ce qui oblige les acheteurs de bois Q1 à s'approvisionner ailleurs, notamment aux États-Unis. La demande en bois de catégorie Q1 est pourtant bien présente, d'autant plus que le prix d'achat serait jusqu'à cinq (5) fois plus élevé que celui du bois Q2. Même avec de bonnes pratiques en place, certains CDT font le choix de ne produire que du bois Q2 pour accepter plus de tonnage et limiter leur effort de tri. Ce choix est purement économique.

Si la Stratégie de valorisation de la matière organique annoncée par le MELCC prend place telle que présentée, tous les CDT reconnus par RECYC-QUÉBEC recevront davantage de bois pêle-mêle, certes, mais aucun incitatif majeur au tri de qualité n'aura été mis en place.

L'équipe de Chamard-CTTEI soulève donc des enjeux qui perdureront, même avec l'implantation de meilleures pratiques de tri :

- **Problèmes liés à l'offre et la demande** : les CDT génèrent d'importantes quantités de bois durant la période ou les acheteurs en ont le moins besoin (pour la valorisation seulement). Les CDT devraient être autorisés à entreposer davantage leur bois non broyé (pour éviter les risque de combustion spontanée) afin de mieux préparer leurs produits selon la demande et pouvoir en obtenir ainsi un prix plus élevé.
- **Problèmes récurrents de main-d'œuvre** : Même si les trieurs peuvent être mieux encadrés et formés grâce à la formation et au guide proposés, rien ne dit que les CDT auront suffisamment de trieurs à former! Cet enjeu s'amplifiera davantage dans les années à venir. Déjà, les CDT doivent travailler avec une main-d'œuvre diversifiée (notamment au niveau de la langue), changeante et non expérimentée. Il y a lieu de débuter une sérieuse réflexion dans le développement de la robotisation du tri de certaines matières résiduelles de CRD en raison de cette pénurie.
- **Manque de débouchés** : Déjà, certaines régions du Québec n'ont pas de centres de tri de CRD sur leur territoire tandis que d'autres, même avec un CDT, sont aux prises avec peu de débouchés pour leur bois. En région éloignée, cela peut représenter d'importants frais de transport. L'implantation du concept d'économie circulaire implique de donner une valeur à la ressource que représente le bois de CRD et cela doit se refléter dans le modèle d'affaires qui

© 2019 CTTEI - Confidentiel

doit être gagnant pour toutes les parties impliquées. Et pour cela, des débouchés plus locaux sont nécessaires ou des centres de transfert pour optimiser les envois de bois générés en région.

- **Présence de bois traité** : La présence de bois traité est problématique en CDT, car il est très difficile de le distinguer pour les trieurs. D'ailleurs, il n'est pas rare de retrouver du bois traité dans le bois Q1 et le bois Q2 produits en CDT. Il s'agit d'une matière difficilement identifiable et dont la gestion est peu encadrée. Pourtant, plusieurs technologies de décontamination, de recyclage et d'identification en CDT du bois traités sont en développement. Or, peu d'incitatifs, notamment réglementaires et économiques, n'existent pour encourager ce genre de pratique. De plus, le tri à la source des gisements de bois traité devrait être envisagé pour les CDT, surtout ceux acceptant les matières en provenance des écocentres.
- **Fragilité des marchés** : En cas de bris, d'imprévus ou d'urgence, les CDT sont souvent laissés à eux-mêmes lorsqu'un acheteur de bois connait des difficultés. Il n'existe peu ou pas de solutions de rechange, ni même de possibilités d'entreposage pour les acheteurs ou les CDT. De plus, l'hétérogénéité des modes de gestion contractuelle de certains acheteurs font en sorte que des surprises ou irritants sont souvent rencontrés par des CDT. Ces fluctuations, à petites ou grandes échelles, pourraient être atténuées si un système de coopérative ou de partage était mis en place pour faire face aux éventuels aléas du marché. Cet enjeu rejoint celui sur le manque de débouchés et sur les écarts entre l'offre et la demande
- **Pratiques non conformes** : À la lumière des démarches entreprises dans cette étude, force est de constater que certaines pratiques sont existantes, telle la production de litière animale, de structurant à compost ou de copeaux à biomasse pour des chaudières de moins de 3 MW à partir de bois de CRD. Ces pratiques ne sont pas autorisées par le MELCC ou le MAPAQ. L'hétérogénéité de la matière et l'historique des autorisations ministérielles émises au Québec sont en partie responsables de cette situation.
- **Normalisation des grades de bois** : Présentement, les grades de bois sont établis par les acheteurs et le marché. Certains CDT parlent de grades A, B, alors que d'autres ont des grades de Q1, Q2 et Q3. Une standardisation ou normalisation des grades de qualité du bois semble essentielle afin d'uniformiser le discours entourant le bois de CRD au Québec. Au moment de réaliser cette étude, aucun critère officiel n'existe.

La présente étude a permis de démontrer que l'adoption de meilleures pratiques provoque une amélioration des relations d'affaires entre les acheteurs et les générateurs de bois en plus de bonifier la qualité du tri du bois. **La proportion de bois mixte dans les rejets semble être un indicateur de performance juste et pertinent pour évaluer les efforts de tri du bois dans un CDT**. Cela n'a pas d'incidence sur la qualité ni sur le grade de bois produit, mais il s'agit d'un indicateur intéressant pour limiter l'enfouissement du bois.

Le guide produit ainsi que la formation proposée (en personne et/ou sur support vidéo) auront des répercussions positives sur la qualité du bois produit en CDT. Il reste à démontrer que ces bonnes pratiques se répercuteront sur la rentabilité des CDT et que la plus-value des investissements nécessaires[7] à l'application des meilleures pratiques permettront un meilleur recyclage du bois au détriment de la valorisation énergétique. Cette dernière voie devrait servir aux bois de faible qualité ou à celui qui est plus contaminé.

Si de tels changements n'ont pas lieu à moyen terme, les pratiques actuelles des CDT favorisant la quantité au détriment de la qualité continueront d'avoir cours et les acheteurs devront continuer de se tourner vers d'autres gisements. Les outils produits dans le cadre de ce projet sont, selon l'équipe Chamard-CTTEI, une première étape essentielle vers un changement de comportement. Cependant, d'autres incitatifs économiques et réglementaires seront aussi nécessaires pour vraiment changer les choses.

[7] Pour des raisons évidentes de confidentialité des données comptables, cet exercice n'a pas été mené dans le cadre de cette étude.

© 2019 CTTEI - Confidentiel

ANNEXE I

Échéancier final - 2019

	Activités	Effectuée	Mars				Avril				Mai					Juin				
			7	15	21	28	1	12	22	29	2	10	15	24	29	1	8	14	18	30
0.1	**Rencontre de démarrage**	✓																		
PHASE 1 — PRÉPARATOIRE																				
1.1	**Rencontre 1 avec le comité de travail (comprendre les enjeux)**	✓																		
1.2	**Acquisition de connaissances**	✓																		
	Portrait au Québec (modes de gestion), recherches des débouchés possibles	✓																		
	Gisement au Québec de bois généré et enquête auprès de 20 centres de tri	✓																		
1.3	**Visite en centres de tri et échantillonnage (AVANT-PROJET)**	✓																		
	Profil des centres de tri participants (AVANT), échantillonnage et prise de données	✓																		
	Caractérisation et analyses physico-chimique	✓																		
	Compilation des résultats et constats	✓																		
	Rencontre du comité technique — Cibler les meilleures pratiques possibles	✓																		
PHASE 2 — INTERVENTIONS EN CENTRE DE TRI																				
2.1	**Rencontre 2 avec le comité de travail (suivi du projet et définir les projets-pilotes)**	✓																		
2.2	**Préparation de la formation et des plans d'intervention**																			
2.3	**Visite en centres de tri et application des projets-pilotes en continu (APRÈS-PROJET)**																			
	Échantillonnage en continu et/ou après un certain temps, selon les pratiques testées																			
	Profil des centres de tri participants (APRÈS)																			
	Caractérisation et analyses physico-chimique																			
	Compilation des résultats et constats																			
2.4	**Rapport de mi-projet (RQ)**	✓																		
PHASE 3 — VALIDATION ET CONSTATS																				
3.1	**Analyses des résultats**																			
	Comparaison des phases, calculs d'indicateurs																			
	Analyses des résultats et cibler les meilleures pratiques																			
	Rencontre du comité technique																			
3.2	**Rencontre 3 avec le comité de travail (présentation des résultats)**																			
3.3	**Guide des meilleures pratiques**																			
3.4	**Rapport final du projet (RQ)**																			

ANNEXE 2

Extrait du guide -
Prévention des risques pour la santé et la sécurité du travail dans
les centres de tri de matières recyclables

AGENTS PHYSIQUES

Les principaux agents physiques identifiés sont le bruit, l'éclairage et les ambiances thermiques d'été ou d'hiver. (1,3)

OBJECTIF: **Être conforme aux normes du *Règlement sur la santé et la sécurité du travail (RSST)***

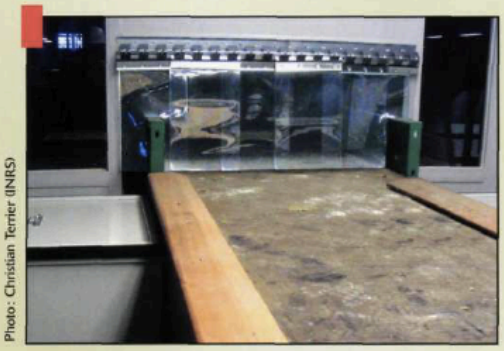


Photo: Christian Terrier (INRS)

GRILLE D'ÉVALUATION

J'ai isolé, confiné ou recouvert les sources de bruit provenant des équipements et des points d'impacts du matériel (ex.: chute de matériel sur une tôle, etc.).

- J'ai ajusté le niveau d'éclairage aux postes de tri à 550 lux en disposant les sources de lumière de façon à éviter l'éblouissement. (8)
- Je contrôle la température de façon à respecter la réglementation. (8)
- J'ai prévu des mesures pour alléger le travail pendant les périodes de canicule.

VOLET ERGONOMIQUE

En 1999, pour le tri positif, dans la répartition des douleurs ressenties par partie du corps, les membres supérieurs et le dos étaient le plus souvent sollicités dans respectivement 36 % et 48 % des cas. (1) *En 2003, en passant au tri négatif, la répartition des douleurs entre les membres supérieurs, le dos et les membres inférieurs est devenue équivalente à plus ou moins 33 %. De plus, en 2003, dans 20 % des cas, les sensations d'inconfort sont jugées intolérables et dans 60 % des cas, moyens.* (3) *La fréquence, l'amplitude des mouvements sur le devant et sur le côté et l'intensité sont des facteurs qui influencent les tensions musculo-squelettiques.* (1,3) *Les grilles d'évaluation et les normes récentes en ergonomie ne sont pas respectées pour la majorité des mouvements (ex.: élévation des bras, lancers vers l'arrière, mouvement impliquant les épaules, etc.)* (9-12).

OBJECTIF: **Diminuer les sensations d'inconfort et les risques de lésions musculo-squelettiques**

GRILLE D'ÉVALUATION

- Je consulte un ergonome afin d'aménager les postes de tri de façon optimale.

Je retire mécaniquement les pièces volumineuses ou encombrantes avant le passage au tri.

- J'ajuste la vitesse du convoyeur de façon à solliciter également les bras gauche et droit.

- J'ai installé des arrêts d'urgence sur le convoyeur ou les autres équipements de chaque poste de travail ou à chacune des étapes du triage.

J'ai aménagé les postes de travail afin de rapprocher le plus possible le matériel à trier du travailleur (ex.: déflecteurs, travail face à face).

- J'ai éliminé les obstacles entre les points de prise et de dépôt (ex. : structure du convoyeur en saillie).
- J'ai installé des marchepieds ajustables en hauteur.
- Je favorise la rotation des postes afin d'équilibrer les contraintes du travail.
- J'ai vérifié que la hauteur du point de prise sur les convoyeurs est la même que celle du dépôt.
- J'ai positionné le point de dépôt des produits le plus près possible du travailleur et j'ai éliminé le besoin de faire une dépose par projection.

J'ai arrondi les arêtes ou recouvert les points d'appui du corps sur la structure du convoyeur.

- J'ai prévu des dégagements pour le bout des pieds à chacun des postes de tri.
- En fonction du taux de sollicitation, j'ai rendu disponibles des sièges assis-debout pour ceux qui le désirent.
- J'ai rapproché autant que possible le travailleur de la courroie du convoyeur.
- J'ai éliminé la présence de contenants d'appoint aux postes de travail afin d'éviter les mouvements d'une trop grande amplitude.
- Je répertorie les sensations d'inconfort et de douleur chez les travailleurs et j'adapte les postes de travail, la rotation et les cadences pour réduire leurs contraintes musculo-squelettiques.
- J'introduis les nouveaux travailleurs au service du tri en les exposant progressivement à cette tâche.
- Je planifie et j'évalue l'introduction de procédures et de nouvelles technologies pour qu'ils n'entraînent pas de nouveaux dangers, mais plutôt pour qu'ils permettent la réduction, voire l'élimination du tri manuel (ex.: trieuse mécanique, tri négatif par aspiration, matériel plus homogène, etc.).

ANNEXE 3

Meilleures pratiques proposées aux 2 centres de tri

Liste de projets-pilotes dans le cadre du projet pilote RECYC QC — *Recyclage Frédérick Morin*

	BONNE PRATIQUE	DESCRIPTION	OBJECTIFS	INDICATEUR(S) DE PERFORMANCE	ACTEURS IMPLIQUÉS
1	**Formation**	Donner une formation sur la qualité des produits finis selon les spectres obtenus et sur les acheteurs actuels ou projetés. Impliquer le client à l'élaboration de la formation.	Expliquer aux personnes clés dans le CDT le niveau de qualité désiré, les raisons de ces exigences et les risques de contamination liés au non-respect des consignes.	Réaliser la formation. Obtenir les commentaires des participants.	**CTTÉI, Chamard**
2	**Évaluation de la qualité du tri en fonction de la vitesse du convoyeur principal**	Deux vitesses (plus lente et plus rapide que la vitesse) seront testées pendant une durée d'une heure (rendement de 6 tonnes à l'heure actuellement).	Documenter l'effet de la vitesse du convoyeur de la table de tri sur la qualité du tri.	Accumuler 2 échantillons composés de 6 tonnes de matières représentatives des intrants réguliers.	**Chamard** : Coordonner avec le centre de tri, réaliser des activités terrains. **CTTEI** : Compiler les données.
3a	**Ergonomie**	Audit sur l'ergonomie de travail à la suite des informations obtenues par les travailleurs.	Améliorer le confort des travailleurs afin d'assurer leur santé et leur rendement plus longtemps.	Documenter l'ergonomie de travail des travailleurs du CDT et émettre des constats en fonction des statistiques sur le sujet.	**CTTEI** : Planifier et coordonner l'inspection et compiler les résultats.
3b		Effectuer une entrevue sur l'ergonomie de travail.	Documenter l'ergonomie de travail et effectuer le suivi avec le CDT.	Obtenir les commentaires des participants	**CTTEI** : Interviewer les travailleurs et compiler les données.

Liste de projets-pilotes dans le cadre du projet pilote RECYC QC — *Matrec* – St-Hyacinthe

	BONNE PRATIQUE	DESCRIPTION	OBJECTIFS	INDICATEUR(S) DE PERFORMANCE	ACTEURS IMPLIQUÉS
1	**Formation**	Donner une formation sur la qualité des produits finis selon les spectres obtenus et sur les acheteurs actuels ou projetés. Impliquer le client à l'élaboration de la formation.	Expliquer aux personnes clés dans le CDT le niveau de qualité désiré, les raisons de ces exigences et les risques de contamination liés au non-respect des consignes.	Réaliser la formation. Obtenir les commentaires des participants.	**CTTÉI, Chamard**
2	**Augmenter le nombre de trieurs**	Augmentation du nombre de trieurs sur la table de tri principal ainsi que d'assigner de 2 à 4 trieurs à la petite table de tri qui permet de trier les résidus sortant du séparateur densimétrique (rejets légers contenant du bois).	Détourner une plus grande proportion de bois des rejets allant à l'enfouissement.	Quantité de bois contenue dans les rejets (%)	**CDT**
3	**Évaluation de la qualité du tri en fonction du débit de matière**	Deux débits (semblable au débit usuel et plus lent) seront testés (débit de 50 tonnes à l'heure actuellement).	Documenter l'effet du débit de matières sur la qualité du tri.	Accumuler 2 échantillons composés de 50 tonnes de matières représentatives des intrants réguliers.	**Chamard :** Coordonner avec le centre de tri, réaliser des activités terrain. **CTTEI :** Compiler les données.
4a	**Ergonomie**	Audit sur l'ergonomie de travail à la suite des informations obtenues par les travailleurs.	Améliorer le confort des travailleurs afin d'assurer leur santé et leur rendement plus longtemps.	Documenter l'ergonomie de travail des travailleurs du CDT et émettre des constats en fonction des statistiques sur le sujet.	**CTTEI :** Planifier et coordonner l'inspection et compiler les résultats.
4b		Effectuer une entrevue sur l'ergonomie de travail.	Documenter l'ergonomie de travail et effectuer le suivi avec le CDT.	Obtenir les commentaires des participants	**CTTEI :** Interviewer les travailleurs et compiler les données.

ANNEXE 4

Analyses physicochimiques des échantillons

		Centres de tri							
		Recyclage Frédérick Morin						Matrec St-Hyacinthe	
Échantillon	Unité	Visite (Avant) Q1	Visite (Avant) Q2	Avant Q1	Après Q1	Après Q1	Après Q2	Visite Q1	Visite Q2
Date		08/08/19	08/08/19	12/04/19	12/04/19	12/04/19	12/04/19	02/05/19	02/05/19
Humidité	%	24,11	16,24	18,4	21,6	23,9	25,7	17,83	18,56
Cendres	%	1,03	1,4	0,84	0,98	1,91	2,57	0,93	1,94
Valeur calorifique	kJ/kg	19 140	19 450	20 970	19 620	19 400	19 110	19 600	19 490
Granulométrie									
Fraction 0 - 1 mm	%	0,57	0,31	0,49	0,41	1,36	2,46	0,43	3,51
Fraction 1 - 1,4 mm	%	0,17	0,14	0,34	0,16	0,24	0,41	0,34	1,26
Fraction 1,4 - 2,8 mm	%	0,4	0,42	2,36	0,71	0,92	1,65	2,37	4,97
Fraction 2,8 - 5,6 mm	%	0,49	0,45	9,41	3,77	4,94	8,29	8,38	11,44
Fraction 5,6 - 9,5 mm	%	2,91	3,42	13,13	8,07	8,71	11,27	3,45	5,73
Fraction 9,5 - 14 mm	%	1,95	1,44	13,08	9,73	9,8	12,19	3,24	9,25
Fraction 14 - 28 mm	%	6,82	6,62	24,2	18,96	26,46	25,87	27,05	23,15
Fraction 28 - 63 mm	%	16,66	28,27	8,97	5,54	13,93	19,25	43,27	25,51
Fraction 64-120 mm	%	70,03	58,93	28,02	52,65	33,64	18,61	11,47	15,18
Contaminants									
Mica	%	0	5,45	0	0	6,38	5,21	0,23	5,46
Bois peinturé	%	2,96	9,41	2,87	4,7	7,82	3,06	2,35	5,9
Panneaux cartonnés, carton, papier	%	0,08	2,68	0,05	0,22	2,12	3,29	1,29	3,47
Verre, céramique	%	0	0	0	0	0	0,15	0	0
Métaux	%	0	0	0,34	0	0,25	0	0,31	0
Pierre, béton	%	0	0	0	0	0	0	0	0
Bardeaux asphalte, goudron	%	0	0	0	0	0,15	0,01	0	0,53
Gypse	%	0	0	0	0	0	0	0	0
Scellant	%	0	0	0	0	0	0	0	0
Produits isolants et acoustiques	%	0	0	0	0,78	0,01	0,34	0	0
Plastique, vinyle, PVC - Haute teneur chlore	%	0	0	0	0	0,08	0,49	0	0,12
Magnésium, bois traité	%	0,35	0,51	0,24	0,3	2,59	0,15	0,41	0,16
Amiante	%	0	0	0	0	0	0	0	0
Déchets bio-médicaux et radioactif	%							0	0
Total non biomasse	%	3,39	18,05	3,5	6	19,4	12,7	4,59	15,64

		Centres de tri							
		Recyclage Frédérick Morin						Matrec St-Hyacinthe	
Échantillon	Unité	Visite Q1	Visite Q2	Avant Q1	Après Q1	Après Q1	Après Q2	Visite Q1	Visite Q2
Contamination chimique									
Arsenic	ppm	131	137	1	15	1	1	36,1	95,6
Baryum	ppm	15	27	15	17	19	44	13	40
Cadmium	ppm	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Chrome	ppm	162	185	2	22	4	6	51	129
Plomb	ppm	259	49	6	11	20	20	6	60
Bore	ppm	18,9	4,9	9	14,4	13,6	32,1	25,1	11,5
Sodium	ppm	527	1213	316	247	831	850	972	1212
Magnésium	ppm	246	390	220	248	340	406	240	555
Aluminium	ppm	218	283	133	153	413	521	202	588
Phosphore	ppm	56	68	37	63	56	54	50	81
Potassium	ppm	692	671	686	872	818	810	694	806
Calcium	ppm	2095	2354	2474	3017	5247	6836	2207	4012
Vanadium	ppm	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Fer	ppm	322	241	234	188	422	578	201	527
Manganèse	ppm	74	60	114	69	93	70	92	88
Cobalt	ppm	0,5	2,9	0,7	0,2	2	0,8	0,4	1,2
Nickel	ppm	1,8	2,1	0,8	0,8	1,1	1,5	2,9	4,9
Cuivre	ppm	110	74	41	13	111	16	48,2	83
Zinc	ppm	165	545	21	28	44	85	29	87
Molybdène	ppm	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	0,8	<0,6	<0,6
Silice	%	<0,01	<0,01	0,02	0,01	0,13	0,19	<0,01	<0,01
Formaldéhyde	%	230	260	225	180	500	525	220	535
Halogénés totaux - norme 1500 ppm	ppm	175	200	525	375	500	1900	<100	325

ANNEXE 5

Planification des essais – *Recyclage Frédérick Morin*

Date : 04/12/2019
À : Gilles Bernardin, 3R MCDQ
Sylvain Martel, 3R MCDQ
De : Nathalie
Laurence Fiset-Sauvageau, CTTÉI
Cc : Claude Maheux-Picard, CTTÉI
Sandra Messih, Chamard stratégies environnementales

OBJET : **RAPPORT DES ACTIVITÉS TERRAIN – IMPLANTATION DE BONNES PRATIQUES EN CENTRE DE TRI – RECYCLAGE FRÉDÉRICK MORIN INC.**

Projet pilote sur l'implantation de meilleures pratiques pour la mise en valeur du bois de construction, rénovation et démolition (CRD)

Lors des rencontres de travail du comité bois, plusieurs bonnes pratiques ont été identifiées. Celles-ci seront testées les 12 et 26 avril 2019 au centre de tri (CDT) *Recyclage Frédérick Morin inc.* et au CDT *Services Matrec – Saint-Hyacinthe* :

CDT-1	CDT-2
Recyclage Frédérick Morin inc.	Service Matrec – Saint-Hyacinthe
1752 rue Saint-Cléophas,	3525 boulevard Laurier E,
Saint-Gabriel-de-Brandon, QC	Saint-Hyacinthe, QC
J0K 2N0	J2R 2B2

Un deuxième mémo est rédigé pour présenter la planification terrain au CDT *Services Matrec – Saint-Hyacinthe.*

1. Mise en contexte et méthodologie

Le 12 avril 2019, lors de la journée terrain chez *Recyclage Frédérick Morin*, plusieurs bonnes pratiques ont été mises en place afin d'évaluer l'effet de celles-ci sur le tri des matières ainsi que sur le niveau de contamination des copeaux de bois envoyés chez les acheteurs.

Dans le but de prélever des échantillons qui représentent le plus fidèlement les arrivages de bois du centre de tri, deux échantillons témoins sont préparés par *Recyclage Frédérick Morin inc.* Il s'agit de 2 conteneurs d'une capacité de 40 vg^3, qui représentent environ de 6 à 8 tonnes de résidus de CRD mixtes. Cette quantité peut, selon le rendement actuel du centre de tri, être triée approximativement en 1 heure par l'équipe du CDT.

Une procédure journalière a été mise en place afin d'effectuer des caractérisations, des audits et des prises de données sur ces 2 échantillons témoins. Le premier sera trié avant la mise en place des bonnes pratiques et le second après.

À la suite du tri de chacun de ces échantillons, les lots de bois de qualité 1 (Q1) et de qualité 2 (Q2) seront broyés indépendamment puis échantillonnés. Les échantillons prélevés lors de cette journée seront envoyés au laboratoire d'analyses pour divers paramètres.

Avant la seconde séance de tri, une formation sera donnée à l'ensemble des employés du CDT, des entrevues sur l'ergonomie de travail seront tenues, un court questionnaire visant à évaluer leur compréhension quant à la mise en place de bonnes pratiques sera distribué et des données seront collectées afin de créer ultérieurement des affiches en guise d'aide-mémoire.
Ce mémo présente les procédures qui seront appliquées au courant des deux journées terrain ainsi que les étapes suivantes.

2. Équipement utilisé

Chamard

- 4 chaudières (achat)
- 4 pots 250 mL pour envoi au laboratoire (commande)
- Camion
- Papier et crayons pour une dizaine de personnes

CTTÉI

- Luxmètre (location IRSST)
- 4 lumières supplémentaires pour atteindre 550 lux (location Lou-Tec)

3. Personnel présent

- Coordonnatrices : Mérani Baril-Gilbert et Laurence Fiset-Sauvageau
- Technicienne : Catherine Pichette et Weena Durand
- Personnel du centre de tri : Frédérick Morin, Jacinthe (chargeuse), Christian (opérateur) et trieurs

4. Formation en centre de tri

Une courte formation d'une durée maximale de 20 minutes a été présentée aux trieurs, suivie d'une période de questions. Elle sera composée des points suivants :

- Qu'est-ce qu'un contaminant ;
- Conséquences de la présence de ces contaminants pour les acheteurs;
- Précisions sur les acheteurs de *Recyclage Frédérick Morin inc.;*
- Méthodes utilisées pour détecter les contaminants suite au broyage du bois.

5. Bonnes pratiques de tri

Le tableau 1 présente les activités qui seront réalisées au CDT de *Recyclage Frédérick Morin inc.* le 12 avril 2019.

Tableau 1 – Liste de projets-pilotes dans le cadre dans le cadre du projet pilote RECYC QC — CDT1

	Bonne pratique	Description	Objectif	Indicateur(s) de performance	Acteurs impliqués
1	**Formation**	Donner une formation sur la qualité des produits finis selon les spectres obtenus et sur les acheteurs actuels ou projetés. Impliquer le client à l'élaboration de la formation.	Expliquer aux personnes clés dans le CDT le niveau de qualité désiré, les raisons de ces exigences et les risques de contamination liés au non-respect des consignes.	Réaliser la formation. Obtenir les commentaires des participants.	**CTTÉI, Chamard**
2	**Évaluation de la qualité du tri en fonction de la vitesse du convoyeur principal**	Deux vitesses (plus lente et plus rapide que la vitesse) seront testées pendant une durée d'une heure (rendement de 6 tonnes à l'heure actuellement).	Documenter l'effet de la vitesse du convoyeur de la table de tri sur la qualité du tri.	Accumuler 2 échantillons composés de 6 tonnes de matières représentatives des intrants réguliers.	**Chamard :** Coordonner avec le centre de tri, réaliser des activités terrains. **CTTEI :** Compiler les données.
3a	**Ergonomie**	Audit sur l'ergonomie de travail à la suite aux informations obtenues par les travailleurs.	Améliorer le confort des travailleurs afin d'assurer leur santé et leur rendement plus longtemps.	Documenter l'ergonomie de travail des travailleurs du CDT et émettre des constats en fonction des statistiques sur le sujet.	**CTTEI :** Planifier et coordonner l'inspection et compiler les résultats.
3b		Effectuer une entrevue sur l'ergonomie de travail.	Documenter l'ergonomie de travail et effectuer le suivi avec le CDT.	Obtenir les commentaires des participants	**CTTEI :** Interviewer les travailleurs et compiler les données.

6. Planification terrain

Le tableau 2 présente l'horaire de la journée et les activités qui ont été réalisées au courant de cette journée.

Tableau 2 – Détails logistiques CDT1 – 12 avril 2019

Heures	Activités	Intervenants	Description
6h30 à 8h00	Départ du bureau	Mérani et Catherine (Chmard) Laurence (CTTEI)	• Distance : environ 100 km pour Chamard et environ 50 km pour le CTTEI
8h00	Arrivée sur le site	Mérani, Catherine et Laurence	• Présentation des intervenants
8h00 à 9h00	Préparation et organisation	Frédérick Morin Employés du centre de tri Chamard CTTEI	• Introduire la journée • Débarquer le matériel • Planifier les tâches pratiques avec Frédérick Morin, les opérateurs du centre de tri et les trieurs
9h00 à 10h00	Essai de tri AVANT avec échantillon témoin 1	Frédérick Morin Employé du centre de tri Chamard CTTEI	• Augmenter la vitesse du convoyeur • Prise de données (Pic, Lux, NB de trieurs, etc.) • Prise de photos • Analyser les façons de faire • Audit des cases en temps réel
10h00	**Pause pour les travailleurs**		
10h15 à 12h00	Caractérisation et audit	Mérani, Laurence et Catherine	• Caractériser les cases de bois Q1 et Q2 et rejets • Auditer les cases des autres matières et noter la présence de bois (Q1 et Q2) • Prise de photos
12h00 à 13h30	Broyage du Q1 et Q2 AVANT et échantillonnage	Opérateur, Mérani et Laurence	• Broyer la case de bois Q1 et échantillonner • Broyer la case Q2 et échantillonner
13h00 à 14h00	Formation, entrevue et questionnaire	Mérani et Laurence	• 20 minutes de formation et 20 minutes d'interaction avec les trieurs • Questionnaire rapide sur les bonnes et mauvaises pratiques • Entrevues sur l'ergonomie • Discussion sur les outils visuels aide-mémoire • Prise de photos
13h00 à 14h00	Mise en place des bonnes pratiques	Mérani, Laurence, Catherine, opérateur	• Installer des lumières, calculer les lux • Remettre la vitesse optimale • Prise de photos
14h00 à 15h00	Essai de tri APRÈS et échantillonnage	Opérateur, Mérani et Laurence	• Prise de donnée (Pic, Lux, NB de trieurs, etc.) • Prise de photos • Analyser les façons de faire • Audit des cases en temps réel
15h00 à 16h00	Caractérisation et audit	Mérani, Laurence et Catherine	• Caractériser les cases de bois Q1 et Q2 et rejets • Auditer les cases des autres matières et noter la présence de bois (Q1 et Q2) • Prise de photos
16h00	**Départ des travailleurs**		
16h00 à 17h00	Bilan de la journée	Frédérick Morin Employé du centre de tri Chamard CTTEI	• Ramasser les équipements et échantillons • Faire la synthèse de la journée avec Frédérick Morin • Collecter les impressions d'un plus grand nombre d'employés du centre de tri
17h00 à 18h30	Départ du site	Mérani et Catherine (Chamard) Laurence (CTTEI)	• Distance : environ 100 km pour Chamard et environ 50 km pour le CTTEI

7. Planification de la journée

Les tableaux 3, 4 et 5 présentent les protocoles mis en place pour effectuer les caractérisations et les audits le 12 avril 2019.

Tableau 3 – Protocole de tri pour les cases de bois et les rejets

Étapes	Description des activités par type de matière
Identification des cases et de l'étape de caractérisation (AVANT et APRÈS)	• Préparer une fiche par case • Associer le type de matière à l'étape AVANT ou APRÈS
Pesée du poids total	• À l'aide de la balance industrielle, peser le contenu de la case • Prendre des photos du contenu
Tri des matières résiduelles	• Effectuer le tri suivant les deux catégories de matières résiduelles, bois et autres matières avec une séparation supplémentaire pour le bois : Bois de qualité 1 (Q1) Bois de qualité 2 (Q2) • Une fois le tri complété, peser le bois Q1 et Q2 séparés des autres matières • Prendre plusieurs photos, et ce, à toutes les étapes du tri

Tableau 4 – Protocole d'audit

Étapes	Description des activités par type de matière
Identification des cases autres que le bois et les rejets et de l'étape de caractérisation (AVANT et APRÈS)	• Préparer une fiche par case • Associer le type de matière à l'étape AVANT ou APRÈS
Audit	• Évaluer visuellement les quantités de bois restant dans les cases (autres matières : métaux, bardeau, agrégat ou autre) • Évaluer les quantités de bois Q1 et Q2 présents.

Tableau 5 – Protocole d'échantillonnage

Étapes	Description des activités par type de matière
Préparation	• Identifier des chaudières par nom d'échantillon : CDTA-Q1-AVANT CDTA-Q2-AVANT CDTA-Q1-APRÈS CDTA-Q2-APRÈS • Inscrire la date d'échantillonnage
Échantillonnage	• Une approche d'échantillonnage aléatoire systémique sera préconisée en raison du caractère hétérogène de la matière • Prélever un échantillon composite dans une chaudière de 20 litres, composé de 5 sous-échantillons

Les échantillons ont été envoyés au Laboratoire d'analyses Biobois. Ce laboratoire a été sélectionné en fonction de son expertise et de sa reconnaissance par l'industrie du recyclage et de la valorisation du bois de CRD.

Le Tableau 6 présente analyses et la caractérisation qui sont effectués sur les échantillons broyés :

Tableau 6 – Protocole d'échantillonnage

Méthode analytique	Paramètres
AC-HUM-02	Humidité / Moisture
MAC-CEN-01	Cendres / Ashes
MAC-GRANULO-02	Fraction 0 - 1 mm
	Fraction 1 - 1,4 mm
	Fraction 1,4 - 2,8 mm
	Fraction 2,8 - 5,6 mm
	Fraction 5,6 - 9,5 mm
	Fraction 9,5 - 14 mm
	Fraction 14 - 28 mm
	Fraction 28 - 63 mm
	Fraction > 63 mm
MAC-INB-01	Mica / Arborite
	Peinture / Paint
	Panneaux cartonnés, carton, papier / Cardboard, paper, etc.
	Verre, céramique / Glass, ceramic
	Métaux / Metals
	Pierre, béton / Rock, cement
	Bardeaux asphalte, goudron / Asphalt shingles, tar
	Gypse / Gypsum
	Scellant / Sealant
	Plastique, vinyle, PVC / Plastic, vinyl, PVC
	Produits isolants et acoustiques / Insulation and accoustic products
	Magnésium, bois traité / Magnesium, treated wood
	Amiante / Asbestos
	Autres produits / Other products
	Total non biomasse / Total non biomass
MAC-VCA-01	Valeur calorifique / Calorific value
MAC-IMS-02D	Bore / Boron
	Sodium
	Magnésium / Magnesium
	Aluminium / Aluminum
	Phosphore / Phosphorus
	Potassium
	Calcium
	Vanadium
	Chrome / Chromium
	Fer / Iron
	Manganèse / Manganese
	Cobalt
	Nickel
	Cuivre / Copper
	Zinc
	Arsenic
	Molybdène / Molybdenum
	Cadmium
	Baryum
	Plomb / Lead
BIO-MAC-FOR-01	Formaldéhyde
	Silice / Silica
BIO-MAC-HTS-011,2	Halogénés totaux / Total halogens
Formules additionnelles / Additional formulas	Total biomasse / Total biomass
	Cobalt
	Nickel

8. Résultats obtenus

Une fois les résultats en laboratoire obtenus, un tableau synthèse sera produit afin de présenter les résultats d'analyses des échantillons de bois, en comparaison avec les spécificités des acheteurs de bois. Le tableau ainsi que l'ensemble des informations collectées lors de cette journée terrain seront présentés dans le rapport final du projet.

ANNEXE 6

Planification des essais – *Matrec – St-Hyacinthe*

Date : 25/04/2019

À : Gilles Bernardin, 3R MCDQ
Sylvain Martel, 3R MCDQ
De : Nathalie
Laurence Fiset-Sauvageau, CTTÉI
Cc : Claude Maheux-Picard, CTTÉI
Sandra Messih, Chamard stratégies environnementales
Martin Lemieux, Services Matrec Saint-Hyacinthe

OBJET : PLANIFICATION DES ACTIVITÉS TERRAIN – IMPLANTATION DE BONNES PRATIQUES EN CENTRE DE TRI – SERVICES MATREC SAINT-HYACINTHE

Projet pilote sur l'implantation de meilleures pratiques pour la mise en valeur du bois de construction, rénovation et démolition (CRD)

Lors des rencontres de travail du comité bois, plusieurs bonnes pratiques ont été identifiées. Plusieurs d'entre elles ont été testées le 12 avril 2019 au centre de tri *Recyclage Frédérick Morin inc*. Un Bilan journalier résumant les activités effectuées au cours de cette journée a été rédigé et transmis au comité bois du 3R MCDQ. De bonnes pratiques similaires ainsi que des nouvelles seront testées le 2 mai 2019 au centre de tri (CDT) *Services Matrec – Saint-Hyacinthe* :

CDT-2
Service Matrec – Saint-Hyacinthe
3525 boulevard Laurier E,
Saint-Hyacinthe, QC
J2R 2B2

1. Mise en contexte et méthodologie

Le 2 mai 2019, lors de la journée terrain chez *Services Matrec – Saint-Hyacinthe*, plusieurs bonnes pratiques seront mises en place afin d'évaluer l'effet de celles-ci sur la qualité du bois de qualité A et de qualité B ainsi que sur la présence de bois dans le rejet du CDT.

Considérant le rendement atteint par *Services Matrec – Saint-Hyacinthe*, c'est-à-dire entre 300 et 400 tonnes par jours, des échantillons témoins seront préparés afin de permettre des essais comparatifs dans une même journée.

Deux échantillons de 50 tonnes de résidus de CRD mixtes seront préparés afin d'effectuer les deux essais. Cette quantité peut, selon le rendement actuel, être triée approximativement en 1 heure par l'équipe du CDT.

Une procédure journalière a été mise en place afin d'effectuer les caractérisations, les audits, le tri des rejets et la prise de données sur ces 2 échantillons témoins. L'échantillon témoin 1 sera trié avant la mise en place de bonnes pratiques et l'échantillon témoin 2 après.

Une première séance de tri sera effectuée selon les procédures et conditions habituelles. La seconde séance de tri sera effectuée en après-midi, à la suite d'une formation donnée à l'ensemble des employés du CDT pendant la pause du dîner.

En parallèle, des entrevues sur l'ergonomie de travail seront tenues et un court questionnaire visant à évaluer leur compréhension quant à la mise en place de bonnes pratiques, sera posé. L'ensemble des

activités terrain permettront de documenter les bonnes et mauvaises, de collecter des données qualitatives ainsi que quantitatives.

Ce mémo présente les procédures qui seront appliquées au courant de la journée terrain du 30 avril 2019 ainsi que le déroulement de la journée.

2. Équipement nécessaire

Chamard
- Formation et projecteur

CTTÉI
- Luxmètre (location IRSST)
- Formulaires ergonomie

CDT
- Machinerie

3. Personnel nécessaire

- Coordonnatrices : Mérani Baril-Gilbert et Laurence Fiset-Sauvageau
- Personnel du centre de tri : Martin Lemieux, Frédéric (chef d'équipe au tri), Luc (superviseur des opérations), ainsi que chef de tri et trieurs de l'agence.

4. Formation en centre de tri

Une courte formation d'une durée maximale de 20 minutes sera présentée aux trieurs, suivie d'une période de questions. Elle sera composée des points suivants :

- Qu'est-ce qu'un contaminant ;
- Conséquences de la présence de ces contaminants pour les acheteurs ;
- Précisions sur les acheteurs de *Services Matrec – Saint-Hyacinthe ;*
- Méthodes utilisées pour détecter les contaminants suite au broyage du bois ;

5. Bonnes pratiques de tri

Le tableau 1 présente les activités qui seront réalisées au CDT de Services Matrec-St-Hyacinthe le 2 mai 2019.

Tableau 1 – Liste de projets-pilotes dans le cadre dans le cadre du projet pilote RECYC QC — CDT2

	Activités	Description	Objectif	Indicateur(s) de performance	Acteurs impliqués
1	**Formation**	Donner une formation sur la qualité des produits finis selon les spectres obtenus et sur les acheteurs actuels ou projetés. Impliquer le client à l'élaboration de la formation.	Expliquer aux personnes clés dans le CDT le niveau de qualité désiré, les raisons de ces exigences et les risques de contamination liés au non-respect des consignes.	Réaliser la formation. Obtenir les commentaires des participants.	**CTTÉI, Chamard**
2	**Augmenter le nombre de trieurs**	Augmentation du nombre de trieurs sur la table de tri principal ainsi que d'assigner de 2 à 4 trieurs à la petite table de tri qui permet de trier les résidus sortant du séparateur densimétrique (rejets légers contenant du bois).	Détourner une plus grande proportion de bois des rejets allant à l'enfouissement.	Quantité de bois contenue dans les rejets (%)	**CDT**
3	**Évaluation de la qualité du tri en fonction de la vitesse du convoyeur principal**	Deux vitesses (plus lente et plus rapide que la vitesse usuelle) seront testées pendant une durée d'une heure (rendement de 6 tonnes à l'heure actuellement).	Documenter l'effet de la vitesse du convoyeur de la table de tri sur la qualité du tri.	Accumuler 2 échantillons composés de 6 tonnes de matières représentatives des intrants réguliers.	**Chamard :** Coordonner avec le centre de tri, réaliser des activités terrain. **CTTEI :** Compiler les données.
4a	**Ergonomie**	Audit sur l'ergonomie de travail à la suite des informations obtenues par les travailleurs.	Améliorer le confort des travailleurs afin d'assurer leur santé et leur rendement plus longtemps.	Documenter l'ergonomie de travail des travailleurs du CDT et émettre des constats en fonction des statistiques sur le sujet.	**CTTEI :** Planifier et coordonner l'inspection et compiler les résultats.
4b		Effectuer une entrevue sur l'ergonomie de travail.	Documenter l'ergonomie de travail et effectuer le suivi avec le CDT.	Obtenir les commentaires des participants	**CTTEI :** Interviewer les travailleurs et compiler les données.

6. Planification terrain

Le tableau 2 présente l'horaire de la journée et les activités qui seront réalisées.

Tableau 2 – Détails logistiques CDT2 – 2 mai 2019

Heures	Activités	Intervenants	Description
7h00 à 8h00	Départ du bureau	Mérani (Chamard) Laurence (CTTEI)	• Distance : environ 60 km pour Chamard et environ 70 km pour le CTTEI
8h00	Arrivée sur le site	Mérani et Laurence	• Présentation des intervenants
8h00 à 9h00	Préparation et organisation	Martin Lemieux Employés du centre de tri Chamard CTTEI	• Introduire la journée • Débarquer le matériel • Planifier les tâches pratiques avec Martin Lemieux, les opérateurs du centre de tri et les trieurs
9h00 à 10h00	Essai de tri AVANT avec échantillon témoin 1	Martin Lemieux, employés du centre de tri, Mérani et Laurence	• Vitesse du convoyeur standard • Nombre de trieurs diminuer (12 sur la table de tri principal) • Prise de données (Pic, Lux, NB de trieurs, etc.) • Prise de photos • Analyser les façons de faire • Audit des cases en temps réel
10h00	**Pause pour les travailleurs**		
10h15 à 12h00	Caractérisation et audit	Employés du centre de tri, Mérani et Laurence	• Caractériser les rejets en les repassant sur la table de tri : peser le bois et les rejets • Auditer les cases des autres matières et noter la présence de bois • Prise de photos
12h00 à 12h30	**Diner pour les travailleurs**		
12h30 à 13h15	Formation, entrevue et questionnaire	Employés du centre de tri, Mérani et Laurence	• 20 minutes de formation et 20 minutes d'interaction avec les trieurs • Questionnaire rapide sur les bonnes et mauvaises pratiques • Entrevues sur l'ergonomie (3 trieurs) • Prise de photos
13h15 à 13h30	Mise en place des bonnes pratiques	Martin Lemieux, employés du centre de tri, Mérani et Laurence	• Diminuer la vitesse du convoyeur • Augmenter le nombre de trieurs (14 sur la table de tri principal et 2 à 4 trieurs sur la petite salle de tri) • Prise de photos
13h30 à 14h45	Essai de tri APRÈS et échantillonnage	Martin Lemieux, employés du centre de tri, Mérani et Laurence	• Prise de donnée (Pic, NB de trieurs, etc.) • Prise de photos • Analyser les façons de faire • Audit des cases en temps réel
14h45 à 15h00	**Pause pour les travailleurs**		
15h00 à 16h30	Caractérisation et audit	Employés du centre de tri, Mérani et Laurence	• Caractériser la case rejets en la repassant sur la table de tri : peser le bois et les rejets • Auditer les cases des autres matières et noter la présence de bois • Prise de photos
16h30	**Départ des travailleurs**		
16h30 à 17h00	Bilan de la journée	Martin Lemieux, employés du centre de tri, Mérani et Laurence	• Ramasser les équipements • Synthèse de la journée avec Martin Lemieux • Collecter les impressions d'un plus grand nombre d'employés du centre de tri

Heures	Activités	Intervenants	Description
17h00 à 18h00	Départ du site	Mérani et Laurence	• Distance : environ 60 km pour Chamard et environ 70 km pour le CTTEI

7. Planification de la journée

Les tableaux 3 et 4 présentent les protocoles mis en place pour effectuer les caractérisations et les audits le 2 mai 2019.

Tableau 3 – Protocole de tri pour le bois contenu dans les rejets

Étapes	Description des activités par type de matière
Identification des cases et de l'étape de caractérisation (AVANT et APRÈS)	• Préparer une fiche pour les rejets • Associer le type de matière à l'étape AVANT ou APRÈS
Pesée du poids total	• À l'aide de la balance industrielle, peser le contenu de la case des rejets • Prendre des photos du contenu
Tri des matières résiduelles	• Effectuer un tri positif du bois contenu dans la case rejets sur le convoyeur de tri. • Une fois le tri complété, peser le bois séparé des rejets • Prendre plusieurs photos, et ce, à toutes les étapes du tri

Tableau 4 – Protocole d'audit

Étapes	Description des activités par type de matière
Identification des cases autres que le bois et les rejets et de l'étape de caractérisation (AVANT et APRÈS)	• Préparer une fiche par case • Associer le type de matière à l'étape AVANT ou APRÈS
Audit	• Évaluer visuellement les quantités de bois restant dans les cases (autres matières : métaux, bardeau, agrégat ou autre) • Évaluer les quantités de bois présents.

8. Résultats attendus et livrable

L'ensemble des informations collectées lors de cette journée terrain seront présentées dans le rapport final du projet.

ANNEXE 7

Questionnaire de suivi – *Recyclage Frédérick Morin*

Date :	2019-06-12			
Centre de tri :	Recyclage Frédérick Morin			
Personne interrogée :	M. Frédérick Morin			
Bonnes pratiques	**Fortement en désaccord**	**En désaccord**	**En accord**	**Fortement en accord**
La formation réalisée lors du projet a été très apprécié des trieurs et du personnel en place.	□	□	X	□
La formation réalisée lors du projet a été très apprécié par le gestionnaire du centre de tri.	□	□	□	X
La formation aura un impact positif sur les activités du CDT.	□	□	□	X
Les activités terrain réalisées et l'accompagnement reçu lors du projet auront un impact positif sur le fonctionnement du CDT	□	□	□	X
L'application des bonnes pratiques pour mes trieurs, concernant l'ergonomie au travail, a été appréciée et améliore leur qualité de tri.	□	□	X	□
Un accompagnement de suivi, suite au projet, serait désiré et permettrait une amélioration continue de la qualité du tri.	□	□	□	X
Commentaires :	Recyclage Frédérick Morin souhaiterait avoir des débouchées locaux afin de réduire des frais de transport et la pollution atmosphérique occasionnée par le transport vers des acheteurs éloignés.			
Acheteurs	**Fortement en désaccord**	**En désaccord**	**En accord**	**Fortement en accord**
Je comprends mieux les exigences des acheteurs et des normes en vigueur.	□	□	□	X
Je comprends avec aisance un certificat d'analyse d'échantillons de bois.	□	□	X	□
Je réalise l'importance de l'établissement d'un lien de confiance avec mes acheteurs et d'une bonne communication.	□	□	□	X
Commentaires :	L'entreprise a plusieurs problème avec ces acheteurs notamment un manque de communication lors de la facturation. Plusieurs informations ne sont pas transmises au CDT concernant les différences dans la facturation. Les factures ne sont pas payées au bon montant (surcharge pour l'essence, variation en fonction du tonnage des voyages etc.). Ils ont aussi des problèmes avec le refus de voyages. Cette situation est difficilement viable.			
Modifications à apporter				
Quels éléments nouveaux ai-je appris durant le projet?	- Les types de contaminants versus l'effet pour chacun des acheteurs ; - Une meilleur communication avec les trieurs ; - Ce CDT a commencé à trier le bois provenant de l'écocentre afin d'assurer une bonne qualité de bois.			
Quelles bonnes pratiques vais-je mettre en application immédiatement ?	- Augmentation de la luminosité dans la salle de tri ; - Ajout de 2 trieurs, ce qui apporte plus de constance au tri et donc un meilleur rendement ; - Au début du projet, ce CDT a commencé à séparer son bois en Q1 et Q2 pour deux acheteurs différents. Il a donc commencé à effectuer une gestion de l'entreposage des catégories de bois avant et après le conditionnement.			
Quelles bonnes pratiques vais-je mettre en application à moyen terme?	- Tamiser les particules fines de bois à la sortie du broyeur ; - Entreposer et gérer les matériaux secs à l'intérieur (ajout de bâtiment) ; - Entreposer et gérer les copeaux à l'intérieur (ajout de bâtiment).			
Qu'est-ce qui pourrait m'empêcher de mettre certaines bonnes pratiques en application?	- Revenue faible pour les matières triées - Limitation concernant l'espace d'entreposage. Il aimerait pouvoir entreposer des copeaux pour les vendre durant l'hiver lorsque la demande est élevée et l'offre est faible.			

Bonnes pratiques	Implanté avant le projet	Implanté pendant le projet	À implanter après le projet	Commentaires
Système de pré-tri	√			
Connaissance de la provenance et la nature des matières	√			Le CDT s'est muni d'un nouveau logiciel, ce qui lui permettra de suivre davantage les arrivages.
Séparation des arrivages plus contaminés de ceux de meilleure qualité				
Certificat d'autorisation et espace d'entreposage	√			
Rappel des règles de bonne pratique au personnel de l'accueil et aux camionneurs		√		
Trieur responsable de la qualité		√		Un opérateur est assigné à la qualité des cases et à la gestion de l'entreposage.
Espace propre à proximité des cases de tri et dans le chemin d'accès		√		
Contrôle visuel de la qualité avant le broyage		√		Un opérateur est assigné à la qualité des lots de bois avant le conditionnement.
Éclairage suffisant (550 lux)		√		
Hauteur appropriée de la table de tri et des convoyeurs	√			
Équipements de protection nécessaires	√			
Vitesse de convoyeur raisonnable	√			Le CDT a pris connaissance, avant le projet, de l'importance de la vitesse sur la qualité du tri.
Convoyeur de retour pour le bois	√			
Aire de démantèlement sécuritaire			√	Le CDT est limité au niveau du budget.
Nettoyage du broyeur entre les broyages de lots de qualités ou dimensions différentes		√		Le CDT prend soin de repasser un chargement de bois Q1 pour nettoyer le broyeur à la suite du conditionnement de bois Q2. Frédérick Morin préfère mettre un peu de bois Q1 dans le bois de Q2 plutôt que de contaminer ces copeaux de bois Q1.
Retrait des résidus fins des lots triés par tamisage ou système d'aspiration par chicanes				Selon lui, il s'agit d'un ajout non nécessaire.
Tamisage à la sortie du broyeur			√	Il s'agit d'un ajout à envisager.
Caractériser visuellement les rejets		√		Un opérateur effectue des audits et au besoin, il peut décider de repasser les rejets sur la table de tri.
Plan d'aménagement de la cour et application de celui-ci	√			
Dalle de béton plutôt qu'asphalté (durabilité, étanchéité et résistance aux bris)			√	Une dalle de béton est envisagée à long terme.
Procédure de déneigement				Il n'y a pas de procédure. Les employés communiquent beaucoup entre eux et un opérateur se charge de la gestion de la cour.
Formation et sensibilisation aux opérateurs de machineries		√		Trois responsables sont assignés.
Liste de vérification pour le contrôle qualité		√		Il y a une vérification des copeaux.
Rencontre de démarrage avec les acheteurs pour mieux comprendre leurs critères d'acceptation		√		Les acheteurs de bois Q1 et Q2 ont visité le site du CDT durant le projet.
Suivi avec les acheteurs pour l'assurance qualité		√		
Contrat d'approvisionnement avec le acheteur				Aucun contrat n'a été signé. Il y a seulement eu un formulaire d'ouverture de compte. Le CDT a beaucoup de problèmes de constance dans la facturation avec les acheteurs.

ANNEXE 8

Questionnaire de suivi – *Matrec – St-Hyacinthe*

Date :	2019-06-13			
Centre de tri :	Service Matrec - Saint-Hyacinthe			
Personne interrogée :	M. Martin Lemieux			
Bonnes pratiques	**Fortement en désaccord**	**En désaccord**	**En accord**	**Fortement en accord**
La formation réalisée lors du projet a été très apprécié des trieurs et du personnel en place.	□	□	X	□
La formation réalisée lors du projet a été très apprécié par le gestionnaire du centre de tri.	□	□	□	X
La formation aura un impact positif sur les activités du CDT.	□	□	X	□
Les activités terrain réalisées et l'accompagnement reçu lors du projet auront un impact positif sur le fonctionnement du CDT	□	X	□	□
L'application des bonnes pratiques pour mes trieurs, concernant l'ergonomie au travail, a été appréciée et améliore leur qualité de tri.	□	□	X	□
Un accompagnement de suivi, suite au projet, serait désiré et permettrait une amélioration continue de la qualité du tri.	□	□	□	X
Commentaires :	Les trieurs changent constamment et ils ne n'ont pas d'appartenance; La formation a été très constructive pour le personnel permanent du CDT. Cela a permis de comprendre la façon dont les lots de bois sont perçus et gérés chez les acheteurs ; Pour que la formation puisse avoir un vrai impact sur les activités en CDT, il faudrait qu'elle soit répété à chaque semaine. Ce sont des informations rapidement oubliées par les trieurs si l'entreprise ne fait pas de ces formations une obligation et qu'elle n'implante pas une bonne philosophie d'entreprise; - Les activités réalisées n'auront pas d'effets à court terme mais si l'industrie, les trieurs et l'entreprise poursuivent cette amélioration continue, alors les effets seront positifs à long terme; - Beaucoup de trieurs préfèrent aller chez Matrec à Saint-Hyacinthe plutôt qu'ailleurs à cause des bonnes conditions de travail (salle de tri chauffée, climatisée, contrôle de la poussière, endroit propre et bien supervisé)			
Acheteurs	**Fortement en désaccord**	**En désaccord**	**En accord**	**Fortement en accord**
Je comprends mieux les exigences des acheteurs et des normes en vigueur.	□	□	□	X
Je comprends avec aisance un certificat d'analyse d'échantillons de bois.	□	□	X	□
Je réalise l'importance de l'établissement d'un lien de confiance avec mes acheteurs et d'une bonne communication.	□	□	□	X
Commentaires :	Les informations reçus lors du projet ont donné une autre vision de l'importance de faire de la qualité et a permis de comprendre qu'il y a des résultats à faire de la qualité.			
Modifications à apporter				
Quels éléments nouveaux ai-je appris durant le projet?	- La différence entre le Q1 et le Q2 pour les acheteurs. - L'impact du bois traité. - La présence de contaminants physiques en lien avec les résultats d'analyses physico-chimiques.			
Quelles bonnes pratiques vais-je mettre en application immédiatement ?	- Une meilleure sécurité lors du démantèlement des matériaux. - Plusieurs bonnes pratiques étaient mises en place avant le projet. - Les lumières DEL ont été changées avant le projet.			
Quelles bonnes pratiques vais-je mettre en application à moyen terme?	- Le CDT Matrec (à l'époque Camille fontaine) était déjà proactif. - Verseur pour la collecte de bois par l'ensemble des trieurs. - Comptoir de démantèlement plus sécurité et plus sécuritaire.			

Qu'est-ce qui pourrait m'empêcher de mettre certaines bonnes pratiques en application?	- La rentabilité. Par exemple, le fait de mettre des trieurs à la table de tri secondaire.

Bonnes pratiques	Implanté avant le projet	Implanté pendant le projet	À implanter après le projet	Commentaires
Système de pré-tri	√			Il y a toujours eu un système de pré-tri, cela est très important.
Connaissance de la provenance et la nature des matières	√			Ils connaissent la provenance de 50% de la matière qui rentre au CDT. L'expérience des opérateurs et des chauffeurs permet la communication de ces informations entre eux.
Séparation des arrivages plus contaminés de ceux de meilleure qualité	N/A			Selon les clients, certains vont directement à l'enfouissement, alors que d'autres sont isolés dès l'arrivé au CDT. De manière globale, il n'y a pas de séparation en raison des immenses volumes qui arrivent par jour. Le pré-tri est donc très important.
Certificat d'autorisation et espace d'entreposage	√			Les activités se déroulent à l'intérieur, alors son certificat d'autorisation est respecté.
Rappel des règles de bonne pratique au personnel de l'accueil et aux camionneurs	√			Lorsqu'il s'agit de chauffeurs internes ou expérimentés, ceux-ci peuvent indiquer les arrivages en fonction des sites de provenance où des clients. Cela permet à l'opérateur de gérer adéquatement les arrivages problématiques. Les chauffeurs consciencieux sont très appréciés.
Trieur responsable de la qualité	√			Deux chefs d'équipe sont présents dans la salle de tri.
Espace propre à proximité des cases de tri et dans le chemin d'accès	√			Les conteneurs endommagent l'équipement et le bâtiment.
Contrôle visuel de la qualité avant le broyage	√			Lorsqu'ils chargent du bois Q1 au centre de transbordement sur place, une personne est présente pour enlever les contaminants.
Éclairage suffisant (550 lux)	√			
Hauteur appropriée de la table de tri et des convoyeurs	√			La table de tri est un peu trop large.
Équipements de protection nécessaires	√			
Vitesse de convoyeur raisonnable				La vitesse est rapide, mais ils ne veulent pas diminuer. Le design des convoyeurs et du tamiseur ne permettent pas de diminuer sans créer des "bouchons". Lors de la mise en place du CDT, des tests ont été faits et les vitesses sont les mêmes depuis. Un tri parfait ne vaut pas la peine et cela coute cher. Il faut plutôt trouver la bonne recette : nombre de trieur, tonne à l'heure, vitesse de roulement etc.
Convoyeur de retour pour le bois				Martin Lemieux ne voit pas comment il pourrait l'installer.
Aire de démantèlement sécuritaire				Il aimerait mettre en place un aire de démantèlement plus efficace et plus sécuritaire éventuellement.
Nettoyage du broyeur entre le broyage de lots de qualités ou dimensions différentes	NA			Il n'y a pas de broyage sur place.
Retrait des résidus fins des lots triés par tamisage ou système d'aspiration par chicanes)	NA			
Tamisage à la sortie du broyeur	NA			
Caractériser visuellement les rejets	√			Plusieurs s'occupent de vérifier les rejets de temps en temps (superviseurs, directeurs, opérateurs).
Plan d'aménagement de la cour et application de celui-ci	√			L'entreposage se fait uniquement en conteneur.
Dalle de béton plutôt qu'asphalté (durabilité, étanchéité et résistance aux bris)	N/A			
Procédure de déneigement	N/A			
Formation et sensibilisation aux opérateurs de machineries	√			Il y a une formation et une supervision constante par les chefs d'équipe.
Liste de vérification pour le contrôle qualité				Oui, Martin Lemieux aimerait avoir un retour d'information. La communication avec Bellemare est facile, mais dans le cas contraire, il faut un suivi.
Rencontre de démarrage avec les acheteurs pour mieux comprendre leurs critères d'acceptation	N/A			Le conditionnement effectué chez Bellemare. La communication avec Bellemare est très bonne.
Suivi avec les acheteurs pour l'assurance qualité	N/A			

Contrat d'approvisionnement avec le acheteur				Il n'a aucun contrat.