

**Étude d'impact de la
présence du verre, des sacs
en plastique et des
plastiques émergents dans
la collecte sélective au
Québec – Phase II**

Dossier CRIQ n° 640-PE42220

Sommaire exécutif
préparé pour
RECYC-QUÉBEC

PARTENAIRE D'INNOVATION

**ÉTUDE D'IMPACT DE LA PRÉSENCE DU VERRE, DES SACS EN
PLASTIQUE ET DES PLASTIQUES ÉMERGENTS DANS LA
COLLECTE SÉLECTIVE AU QUÉBEC – PHASE II**

Dossier CRIQ n° 640-PE42220

**Sommaire exécutif préparé pour
RECYC-QUÉBEC**

Monsieur Benoît De Villiers
Président-directeur général
RECYC-QUÉBEC
141, avenue du Président-Kennedy, 8^e étage
Montréal (Québec) H2X 1Y4

Guy Genest, ing.
Conseiller industriel



Marie-Andrée St-Pierre
Responsable technique
Direction Écoefficacité industrielle
et Environnement



Marie-Josée Hardy
Directrice
Direction Écoefficacité industrielle
et Environnement

Québec, le 11 septembre 2013

Le Centre de recherche industrielle du Québec a pour mission de contribuer à la compétitivité des secteurs industriels québécois en soutenant l'innovation en entreprise.



PRINCIPAL PARTENAIRE FINANCIER DU CRIQ

ÉTUDE D'IMPACT DE LA PRÉSENCE DU VERRE, DES SACS EN PLASTIQUE ET DES PLASTIQUES ÉMERGENTS DANS LA COLLECTE SÉLECTIVE AU QUÉBEC – PHASE II

Pour tout renseignement concernant le projet

Responsable technique

Marie-Andrée St-Pierre
333, rue Franquet, Québec, G1P 4C7
Téléphone : 418 659-1550 (2457)
Télécopieur : 418 652-2202
Courriel : marie-andree.st-pierre@criq.qc.ca

Conseiller industriel

Guy Genest
333, rue Franquet, Québec, G1P 4C7
Téléphone : 418 659-1550 (2879)
Télécopieur : 418 652-2202
Courriel : guy.genest@criq.qc.ca

© CRIQ 2013, tous droits réservés.

TABLE DES MATIÈRES

Page

Contenu

1.	Contexte et mandat	1
2.	Impacts des matières à l'étude	2
3.	Coûts des impacts	4
3.1	Coût des impacts par matière	6
3.2	Coûts des impacts par intervenant	7
4.	Pistes d'amélioration technique	13
4.1	Sensibilisation de la population et standardisation des matières acceptées dans la collecte sélective	15
4.2	Nettoyage optimisé à la réception des centres de tri	15
4.3	Retrait du verre en début de procédé au centre de tri, système optimisé de tri des sacs en plastique et optimisation du tri des plastiques et des autres matières recyclables	16
5.	Conclusion	22

SOMMAIRE EXÉCUTIF

*Ce sommaire exécutif résume le rapport final
« Étude d'impact de la présence du verre, des sacs en plastique et des plastiques
émergents dans la collecte sélective au Québec – phase II,
dossier CRIQ n° 640-PE42220 ».*

1. CONTEXTE ET MANDAT

En 2009, le Comité conjoint sur les matières recyclables de la collecte sélective a rendu public un premier plan d'action présentant des pistes de solutions concrètes pour accroître l'efficacité et la performance de la filière des matières recyclables issues de la collecte sélective au Québec. Parmi les actions qui y étaient présentées et qui ont fait l'objet de consensus, la réalisation d'une étude d'impact de la présence du verre, des sacs en plastique et des plastiques émergents dans la collecte sélective au Québec a été proposée; ces matières étant jugées complexes à traiter par les divers intervenants.

C'est dans ce contexte que **RECYC-QUÉBEC** a confié au Centre de recherche industrielle du Québec (CRIQ) la réalisation de cette étude visant à identifier les impacts économiques et opérationnels de la présence du verre, des sacs en plastique et des plastiques émergents dans la collecte sélective, à déterminer les coûts associés à ces impacts et à identifier des pistes d'amélioration technique permettant d'optimiser la gestion de ces trois matières dans la collecte sélective. En cours de projet, une nouvelle catégorie de matières jugées problématiques a été ajoutée à la liste des matières à l'étude, soit les déchets, encombrants et indésirables (DEI).

L'étude s'est déroulée en trois étapes :

- 1- Identification des impacts des matières à l'étude
- 2- Analyse de coûts des impacts
- 3- Identification de pistes d'amélioration technique

2. IMPACTS DES MATIÈRES À L'ÉTUDE

La « méthode d'innovation par résultats escomptés » (MIRE) est la méthodologie qui a été retenue pour identifier les impacts spécifiques sur lesquels l'analyse de coûts a été réalisée. Cette méthodologie structurée s'est basée sur l'analyse des travaux réalisés par les intervenants de la collecte sélective et a permis, à l'aide d'un sondage électronique, de connaître l'importance et le niveau de satisfaction associés à la réalisation des différents travaux reliés à la collecte, au tri et à la transformation des matières recyclables. Parmi les 46 intervenants contactés, 34 intervenants ont complété le sondage, soit 5 entreprises de collecte, 19 centres de tri, 4 transformateurs de plastique, 4 recycleurs de papier et 2 transformateurs de verre, pour un taux de réponse de 74 %. L'analyse des réponses a permis d'identifier une liste d'enjeux associés aux matières à l'étude qui ont été analysés dans un deuxième temps en termes d'impacts.

Cinquante-deux impacts reliés aux matières à l'étude ont été identifiés, soit 12 associés au verre, 7 aux sacs en plastique, 2 aux plastiques émergents et 31 aux déchets, aux encombrants et aux indésirables (tableau 1).

TABLEAU 1 IMPACTS ASSOCIÉS AU VERRE, AUX SACS EN PLASTIQUE, AUX PLASTIQUES ÉMERGENTS ET AUX DÉCHETS, ENCOMBRANTS ET INDÉSIRABLES (DEI)

Matière	Lieu d'incidence				
	Collecte	Centre de tri	Transformateur de papier	Transformateur de plastique	Transformateur de verre
Verre	Cause l'usure des camions	<ul style="list-style-type: none"> Contamine le papier. Contamine le plastique. Contamine le métal non ferreux. Cause des arrêts non planifiés. Cause des blessures. Contamine les ballots des autres matières valorisables. 	<ul style="list-style-type: none"> Doit être retiré de la pâte. 	<ul style="list-style-type: none"> Doit être retiré des ballots de plastique. Contamine le produit final. 	<ul style="list-style-type: none"> Arrive avec une granulométrie inférieure à 6,3 mm. Le verre d'une granulométrie acceptable est en quantité insuffisante.
Sacs en plastique	Aucun impact identifié	<ul style="list-style-type: none"> Nuisent au repérage des autres matières valorisables. S'enroulent autour des séparateurs. Contaminent les ballots des autres matières valorisables. Contaminent le papier. 	<ul style="list-style-type: none"> Doivent être retirés de la pâte. 	<ul style="list-style-type: none"> Doivent être retirés des ballots de plastique. Contaminent le produit final. 	<ul style="list-style-type: none"> Aucun impact identifié.
Plastiques émergents	Aucun impact identifié	<ul style="list-style-type: none"> Aucun impact identifié. 	<ul style="list-style-type: none"> Aucun impact identifié. 	<ul style="list-style-type: none"> Doivent être retirés des ballots de plastique. Contaminent le produit final. 	<ul style="list-style-type: none"> Aucun impact identifié.
DEI	Restent bloqués dans le compacteur	<ul style="list-style-type: none"> Les matières encombrantes doivent être retirées à la réception. Les déchets doivent être retirés à la réception. Les sacs pleins et les sacs fermés doivent être retirés au pré-tri. Les encombrants, autres que les cartons et les sacs pleins et les sacs fermés doivent être retirés au pré-tri. Les déchets doivent être retirés au pré-tri. Les indésirables doivent être retirés au pré-tri. Les déchets causent des délais sur la ligne de tri. Les déchets encombrants causent des délais sur la ligne de tri. Les objets indésirables causent des délais sur la ligne de tri. Les déchets contaminent le carton. Les indésirables contaminent le carton. Les déchets contaminent le papier. Les indésirables contaminent le papier. 	<ul style="list-style-type: none"> La matière organique présente dans les ballots dégrade le papier qui est en attente de traitement. Les contaminants grossiers doivent être retirés de la pâte (tritrateur). Le sable doit être retiré de la pâte (épurateur). 	<ul style="list-style-type: none"> Les indésirables doivent être retirés des ballots de plastique. Les déchets doivent être retirés des ballots de plastique. Dans une très grande proportion, les indésirables sont éliminés (enfouis ou incinérés). Les déchets sont éliminés. Les indésirables contaminent le produit final. 	<ul style="list-style-type: none"> Les déchets doivent être retirés du verre à traiter. Les objets encombrants doivent être retirés du verre à traiter. Les objets indésirables doivent être retirés du verre à traiter. La céramique doit être retirée du verre à traiter. La céramique cause des blocages. La céramique se retrouve dans les rejets. Les indésirables sont éliminés. Les déchets sont éliminés. La céramique translucide contamine le produit final.

3. COÛTS DES IMPACTS

Pour déterminer les coûts associés aux impacts opérationnels et économiques des matières ciblées par l'étude, le CRIQ s'est adjoint les services de la firme Raymond Chabot Grant Thornton (RCGT), firme d'experts-comptables spécialisée, entre autres, en analyse de coût de revient.

Les données opérationnelles et financières nécessaires à l'analyse de coûts ont été collectées auprès des opérateurs des entreprises de collecte, des centres de tri et des transformateurs. Au total, 9 entreprises ont participé à l'analyse de coûts, soit : 2 opérateurs de collecte sélective, 3 centres de tri de plus de 15 000 tonnes, 1 centre de tri de moins de 15 000 tonnes, 1 transformateur de papier, 1 transformateur de plastique et 1 transformateur de verre. Le faible nombre d'entreprises participantes impose donc la prudence dans l'interprétation et l'utilisation des coûts. Par ailleurs, des données provenant de différentes études réalisées par **RECYC-QUÉBEC** et ses partenaires ont été utilisées dans le calcul du coût des impacts (caractérisation des matières de sorties des centres de tri, caractérisation de rejets des centres de tri québécois et bilan 2010 des matières déclarées par les centres de tri). La période de référence pour les estimations de coûts est l'année 2010.

L'évaluation du coût des impacts pour les centres de tri a été réalisée à l'aide du modèle d'allocation des coûts par activités (ACA) développé conjointement par **RECYC-QUÉBEC** et Éco Entreprises Québec pour soutenir l'élaboration du tarif d'Éco Entreprises Québec. L'évaluation du coût des impacts pour la collecte et les transformateurs a été réalisée manuellement à l'aide de chiffriers Excel. Afin d'extrapoler les impacts évalués chez les différents transformateurs à l'échelle du Québec, l'approche par poids de matières ciblées à l'entrée a été utilisée, consistant à exprimer le coût des impacts évalués chez les transformateurs en dollars par tonne de matière ciblée entrante.

Pour déterminer les coûts associés aux 52 impacts, ceux-ci ont été regroupés en 11 stratégies d'analyse de coûts (tableau 2).

TABLEAU 2 STRATÉGIES UTILISÉES POUR LES ANALYSES DE COÛTS

#	Stratégie/impact	Matière ciblée				Lieu d'incidence				
		Verre	Sacs en plastique	Plastiques émergents	DEI	Collecte	Centre de tri	Transformateur de plastiques	Transformateur papier	Transformateur verre
1	Usure des camions	X				X				
2	Blocage du compacteur				X	X				
3	Retrait des matières	X	X	X	X		X	X	X	X
4	Nuisance au repérage		X				X			
5	Qualité des matières produites	X	X	X	X		X	X	A	X
6	Arrêts non planifiés	X	X		X		X	A	A	A
7	Santé-Sécurité	X					X			
8	Disposition des rejets				X		A	X	A	X
9	Maintenance des équipements	X	X		X		A	X	A	A
10	Granulométrie du verre	X								X
11	Dégradation de la fibre				X				R	
A1	Gestion du verre	X					A			
A2	Autres	X	X	X	X			A	A	A

A : Éléments ajoutés à la suite de l'analyse préliminaire.

R : Éléments retirés à la suite de l'analyse préliminaire.

3.1 Coût des impacts par matière

Le coût total des impacts associés aux matières ciblées par l'étude est estimé à 24,4 M\$ pour l'année 2010, absorbés par les différents intervenants de la chaîne de collecte sélective (tableau 3). Le coût des impacts des DEI est de loin le plus important et compte pour environ 60 % des coûts totaux. Le verre est bon deuxième, à 23 %, les sacs en plastique suivent de près, avec 17 %. L'impact des plastiques émergents est négligeable. La faible quantité de plastiques émergents actuellement présents sur le marché peut expliquer que ceux-ci causent peu de problèmes à l'heure actuelle aux transformateurs et conséquemment aux centres de tri. L'augmentation de la présence de ces nouveaux plastiques au cours des prochaines années pourrait éventuellement changer la situation.

**TABLEAU 3 COÛT DES IMPACTS PAR MATIÈRE CIBLÉE
À L'ÉCHELLE DU QUÉBEC EN 2010**

Matière	Coût des impacts	
	M\$	%
Verre	5,4 M\$	23 %
Sac en plastique	4,1 M\$	17 %
Plastique émergent	0,2 M\$	1 %
DEI	14,7 M\$	60 %
Ensemble des matières ciblées	24,4 M\$	100 %

3.2 Coûts des impacts par intervenant

Le verre, les sacs en plastique, les plastiques émergents et les DEI ont des impacts différents sur les acteurs de la collecte sélective. L'étude démontre que 69 % des coûts se concentrent chez les centres de tri et que les transformateurs se répartissent 31 % des coûts, les coûts des impacts sur les opérations de collecte et de transport étant minimales (tableau 4).

TABLEAU 4 COÛT DES IMPACTS PAR INTERVENANT DE LA COLLECTE SÉLECTIVE EN 2010

Intervenant	Coût des impacts	
	M\$	%
Collecte et transport	0,1 M\$	0,4 %
Centres de tri	16,8 M\$	69 %
Transformateurs de papier	5,4 M\$	22 %
Transformateurs de plastique	0,9 M\$	4 %
Transformateurs de verre	1,3 M\$	5 %
Coûts totaux sur la chaîne de la collecte sélective	24,4 M\$	100 %

3.2.1 Coût des impacts pour les entreprises de collecte

La seule matière identifiée comme ayant un impact mesurable en termes économique chez les entreprises de collecte a été le verre. L'usure des camions attribuable à la présence du verre a été évaluée à 0,15 \$/t en 2010 (tableau 5).

TABLEAU 5 COÛT DES IMPACTS POUR LES ENTREPRISES DE COLLECTE EN 2010

Stratégie/impact	Verre	Sac en plastique	Plastique émergent	DEI
Usure des camions	0,15 \$/t	N/A	N/A	N/A
Blocage du compacteur	N/A	N/A	N/A	N
Total par matière	0,15 \$/t	N/A	N/A	N/A

N/A : La stratégie ne s'applique pas à cette matière.

N : Négligeable.

3.2.2 Coût des impacts pour les centres de tri

Le coût des impacts pour les centres de tri a été évalué à près de 17 millions de dollars pour 2010. 42 % de ces coûts sont attribuables au coût de disposition des rejets (tableau 6).

TABLEAU 6 COÛT DES IMPACTS POUR LES CENTRES DE TRI À L'ÉCHELLE DU QUÉBEC EN 2010

Impact	Coût des impacts à l'échelle provinciale	
	\$	%
Coûts de retrait des matières à l'étude	3 810 000 \$	23 %
Coûts des arrêts non planifiés	1 767 000 \$	11 %
Coûts de disposition des rejets	7 044 000 \$	42 %
Coûts de maintenance des équipements	1 272 000 \$	8 %
Coûts de gestion du verre	2 874 000 \$	17 %
Total	16 767 000 \$	100 %

Il existe une différence de coût non négligeable entre les centres de tri de moins de 15 000 tonnes et ceux de plus de 15 000 tonnes (tableaux 7 et 8). Pour les centres de tri de moins de 15 000 tonnes, les coûts de disposition des rejets et de retrait des matières ciblées représentent plus de 90 % du coût des impacts. En effet, les coûts de maintenance et ceux des arrêts non planifiés sont négligeables du fait du peu d'automatisation de cette catégorie de centres de tri. Pour les centres de tri de plus de 15 000 tonnes, les coûts de disposition des rejets et de gestion du verre représentent près de 60 % des coûts des impacts. Par ailleurs, près de 20 % des coûts proviennent de la maintenance des équipements et des arrêts non planifiés. Cette portion de coût s'explique par le recours à l'automatisation de cette catégorie de centres de tri.

**TABLEAU 7 COÛT DES IMPACTS POUR LES CENTRES DE TRI
DE MOINS DE 15 000 TONNES EN 2010**

Stratégie/impact	Verre	Sac en plastique	Plastique émergent	DEI	Total	Répartition
Coûts de retrait	2,77 \$/t	1,99 \$/t	0,30 \$/t	3,44 \$/t	8,51 \$/t	33,2 %
Coûts des arrêts non planifiés	-	-	-	-	-	-
Coûts de disposition des rejets	0,62 \$/t	1,01 \$/t	0,06 \$/t	12,98 \$/t	14,68 \$/t	57,2 %
Coûts de maintenance	0,05 \$/t	-	-	0,01 \$/t	0,07 \$/t	0,3 %
Coûts de gestion du verre	2,41 \$/t	-	-	-	2,41 \$/t	9,4 %
Total par matière	5,86 \$/t	3,00 \$/t	0,36 \$/t	16,44 \$/t	25,66 \$/t	100 %
Répartition	22,9 %	11,7 %	1,6 %	64,1 %	100 %	

**TABLEAU 8 COÛT DES IMPACTS POUR LES CENTRES DE TRI
DE PLUS DE 15 000 TONNES EN 2010**

Stratégie/impact	Verre	Sac en plastique	Plastique émergent	DEI	Total	Répartition
Coûts de retrait	0,39 \$/t	2,66 \$/t	0,11 \$/t	1,76 \$/t	4,92 \$/t	21,9 %
Coûts des arrêts non planifiés	-	0,60 \$/t	-	1,95 \$/t	2,55 \$/t	11,4 %
Coûts de disposition des rejets	0,21 \$/t	0,64 \$/t	0,04 \$/t	8,27 \$/t	9,17 \$/t	40,9 %
Coûts de maintenance	0,65 \$/t	0,62 \$/t	0,03 \$/t	0,52 \$/t	1,83 \$/t	8,2 %
Coûts de gestion du verre	3,98 \$/t	-	-	-	3,98 \$/t	17,8 %
Total par matière	5,24 \$/t	4,52 \$/t	0,18 \$/t	12,51 \$/t	22,46 \$/t	100 %
Répartition	23,4 %	20,2 %	0,8 %	55,7 %	100 %	

3.2.3 Coût des impacts pour les transformateurs de papier

Pour les transformateurs de papier, 58 % des coûts sont attribuables à la disposition des rejets et 37 % des coûts à la maintenance des équipements (tableau 9). Aucun coût de retrait propre aux matières ciblées n'a été attribué, car les équipements effectuant le retrait des contaminants sont nécessaires au procédé et non exclusifs aux matières ciblées. Les autres coûts sont attribuables à une portion des produits chimiques du système de traitement des eaux.

TABLEAU 9 COÛT DES IMPACTS POUR LES TRANSFORMATEURS DE PAPIER EN 2010

Stratégie/impact	Verre	Sac en plastique	Plastique émergent	DEI	Total	Répartition
Coûts de retrait	0,00 \$/t	0,00 \$/t	0,00 \$/t	0,00 \$/t	0,00 \$/t	0 %
Coûts des arrêts non planifiés	0,13 \$/t	0,01 \$/t	0,00 \$/t	0,04 \$/t	0,18 \$/t	2,4 %
Coûts de disposition des rejets	0,03 \$/t	1,13 \$/t	0,13 \$/t	3,04 \$/t	4,33 \$/t	57,8 %
Coûts de maintenance	1,94 \$/t	0,04 \$/t	0,00 \$/t	0,79 \$/t	2,76 \$/t	36,8 %
Autres coûts	0,12 \$/t	0,03 \$/t	0,00 \$/t	0,07 \$/t	0,22 \$/t	3,0 %
Total par matière	2,22 \$/t	1,20 \$/t	0,14 \$/t	3,94 \$/t	7,50 \$/t	100 %
Répartition	29,6 %	16,0 %	1,9 %	52,6 %	100 %	

3.2.4 Coût des impacts pour les transformateurs de plastique

Chez le transformateur de plastique visité, les arrêts non planifiés sont assez fréquents, particulièrement en ce qui concerne les équipements d'extrusion sensibles à la présence de sacs en plastique (9,76 \$ par tonne de matières entrantes provenant des centres de tri québécois) (tableau 10). Par ailleurs, les coûts de maintenance attribuables à la présence des DEI, des sacs en plastique et du verre totalisent 12,60 \$ par tonne de matières entrantes. Les coûts de disposition des rejets sont également importants (14,97 \$/t); le procédé de transformation étant humide, les matières sont enfouies avec un fort pourcentage d'humidité. Les autres coûts sont attribuables aux produits chimiques du système de traitement des eaux.

TABLEAU 10 COÛT DES IMPACTS POUR LES TRANSFORMATEURS DE PLASTIQUE EN 2010

Stratégie/impact	Verre	Sac en plastique	Plastique émergent	DEI	Total	Répartition
Coûts de retrait	0,00 \$/t	0,00 \$/t	0,00 \$/t	0,00 \$/t	0,00 \$/t	0 %
Coûts des arrêts non planifiés	0,00 \$/t	9,76 \$/t	0,00 \$/t	0,00 \$/t	9,76 \$/t	22,7 %
Coûts de disposition des rejets	0,01 \$/t	0,09 \$/t	0,01 \$/t	14,86 \$/t	14,97 \$/t	34,9 %
Coûts de maintenance	7,11 \$/t	3,15 \$/t	0,00 \$/t	2,34 \$/t	12,60 \$/t	29,3 %
Autres coûts	0,00 \$/t	0,00 \$/t	0,00 \$/t	5,61 \$/t	5,61 \$/t	13,1 %
Total par matière	7,12 \$/t	12,98 \$/t	0,00 \$/t	22,81 \$/t	42,94 \$/t	100 %
Répartition	16,6 %	30,3 %	0,0 %	53,2 %	100 %	

3.2.5 Coût des impacts pour les transformateurs de verre

C'est la disposition des rejets qui se trouve à la tête des coûts chez le transformateur de verre. Cette fois-ci, il s'agit d'un coût qui représente presque trois fois la somme de tous les autres coûts combinés (tableau 11).

TABLEAU 11 COÛT DES IMPACTS POUR LES TRANSFORMATEURS DE VERRE EN 2010

Stratégie/impact	Verre	Sac en plastique	Plastique émergent	DEI	Total	Répartition
Coûts de retrait	N/A	0,08 \$/t	0,00 \$/t	2,21 \$/t	2,29 \$/t	16,8 %
Coûts des arrêts non planifiés	N/A	0,02 \$/t	0,00 \$/t	0,02 \$/t	0,03 \$/t	0,22 %
Coûts de disposition des rejets	N/A	0,11 \$/t	0,00 \$/t	10,40 \$/t	10,51 \$/t	76,9 %
Coûts de maintenance	N/A	0,04 \$/t	0,00 \$/t	0,79 \$/t	0,83 \$/t	6,1 %
Granulométrie du verre	N/A	N/A	N/A	S/I		-
Autres coûts	N/A	0,00 \$/t	0,00 \$/t	0,00 \$/t	0,00 \$/t	0 %
Total par matière	N/A	0,23 \$/t	0,00 \$/t	13,42 \$/t	13,66 \$/t	100 %
Répartition	0,0 %	1,7 %	0,0 %	98,3 %	100 %	

N/A : La stratégie ne s'applique pas à cette matière.

S/I : Impact sans incidence sur les coûts d'opération.

4. PISTES D'AMÉLIORATION TECHNIQUE

Cette étape du projet consistait à faire le portrait des processus et des équipements déjà en place au Québec qui répondent aux attentes des intervenants, notamment en ce qui a trait à la gestion des matières à l'étude. De plus, elle visait à réaliser un balisage technologique au Québec et hors Québec afin d'identifier des solutions techniques qui répondent aux principaux impacts associés à la gestion de ces matières dans la collecte sélective. Pour ce faire, une recherche documentaire combinée à des contacts personnalisés ont été réalisés et des visites en entreprises ont été effectuées.

Dans le processus de collecte sélective des matières recyclables, pour éviter de perdre des matières et pour éviter de traiter et de transporter inutilement des déchets et des indésirables, qui de plus, sont une source de contamination, les déchets et les matières recyclables doivent être dirigés au bon endroit, et ce, dans les premières étapes du processus, soit chez le citoyen et dans un deuxième temps au centre de tri. En effet, le citoyen doit prioritairement faire un bon tri, à défaut de quoi le centre de tri devra retirer les déchets et les indésirables présents.

C'est la prémisse de base retenue dans le cadre du projet pour cibler les pistes d'amélioration. Celles qui ont le plus d'impacts positifs doivent être appliquées en amont du processus, soit prioritairement au tri à la source chez les citoyens et dans un deuxième temps aux étapes de séparation et de tri aux centres de tri. En travaillant ainsi en amont, les coûts opérationnels et les coûts environnementaux associés à la séparation et au transport des matières à l'étude et aux pertes potentielles de matières recyclables sont réduits en aval du processus. Des solutions technologiques qui permettent d'améliorer la séparation des matières dans les centres de tri ont donc été identifiées.

Cinq grandes pistes d'amélioration ont été identifiées (tableau 12). Celles-ci répondent chacune à un certains nombres d'impacts reliés aux matières ciblées par l'étude et sont en lien avec les principaux postes de coûts identifiés.

TABLEAU 12 PISTES D'AMÉLIORATION IDENTIFIÉES

Piste d'amélioration	Matière visée	Nombre d'enjeux touchés	Coût associé à ces enjeux pour les centres de tri	Coût associé à ces enjeux pour les transformateurs
1.Sensibilisation de la population et standardisation des matières acceptées dans la collecte sélective	Déchets, encombrants et indésirables (DEI)	14	-Coûts de retrait des DEI -Coûts des arrêts non planifiés - Coûts de disposition des DEI -Coûts de maintenance des équipements	-Coûts de retrait des DEI -Coûts des arrêts non planifiés -Coûts de disposition des DEI -Coûts de maintenance des équipements
2.Nettoyage optimisé à la réception des centres de tri	Déchets, encombrants et indésirables (DEI)	21	-Coûts de retrait des DEI -Coûts de disposition des rejets -Coûts des arrêts non planifiés -Coûts de maintenance des équipements	-Coûts de retrait des DEI -Coûts des arrêts non planifiés -Coûts de disposition des DEI -Coûts de maintenance des équipements
3.Retrait du verre en début de procédé au centre de tri	Verre	8	- Coûts de retrait du verre - Coûts de disposition des rejets - Coûts de maintenance des équipements -Coûts de gestion du verre	-Coûts des arrêts non planifiés -Coûts de disposition des rejets -Coûts de maintenance des équipements
4.Système optimisé de tri des sacs en plastique	Sacs en plastique	20	-Coûts de retrait des sacs -Coûts des arrêts non planifiés -Coûts de disposition des rejets -Coûts de maintenance des équipements	-Coûts de retrait des sacs -Coûts des arrêts non planifiés -Coûts de disposition des rejets -Coûts de maintenance des équipements
5.Optimisation du tri des plastiques et des autres matières recyclables	Autres matières recyclables	44	Non évalué	Non évalué

4.1 Sensibilisation de la population et standardisation des matières acceptées dans la collecte sélective

Il est primordial d'intervenir en amont en sensibilisant la population sur les matières qui sont acceptées dans le bac de récupération afin de réduire à la source la quantité de déchets et d'encombrants acheminés aux centres de tri. La population doit être sensibilisée sur l'impact et les coûts des déchets et des encombrants sur les opérations du centre de tri. De plus, pour que le discours soit le même dans chacune des municipalités du Québec, il serait primordial que la Charte des matières recyclables de la collecte sélective du Québec¹ soit adoptée par l'ensemble des municipalités. De cette façon, la liste des matières acceptées dans la collecte sélective serait la même partout, ce qui éviterait les confusions possibles et les erreurs de tri à la source chez le citoyen.

4.2 Nettoyage optimisé à la réception des centres de tri

Les déchets, les encombrants et les indésirables qui ne sont pas retirés en début de procédé aux centres de tri peuvent nuire aux opérations de tri, en occasionnant notamment des arrêts non planifiés et en contaminant les ballots de matières recyclables à être traitées par les transformateurs. Cette problématique extrêmement importante pour les centres de tri se doit d'être résolue en début de procédé. En effet, tout ce qui peut être enlevé à la réception et au pré-tri facilite les opérations de tri et améliore la qualité des matières produites.

Une des solutions qui pourrait être envisagée pour retirer les DEI serait d'utiliser un plancher mobile à la réception des centres de tri (figure 1). Cette piste à explorer comporterait les composantes suivantes :

1. Le plancher mobile (*walking floor*, courroie, etc.) situé à la réception des centres de tri déplacerait la matière, sans opérateur de chargeuse, vers le convoyeur de montée. Cette solution éviterait, voire éliminerait, l'émission de polluants associés à l'utilisation d'une chargeuse. De plus, elle accélérerait et uniformiserait le processus d'alimentation du convoyeur de montée;
2. Un opérateur serait toujours sur place pour enlever les encombrants de la matière à traiter et pourrait, si requis, arrêter le plancher mobile pour déplacer les encombrants sur un convoyeur qui les sortirait de la réception. L'opérateur pourrait se déplacer sur une mezzanine au-dessus du plancher mobile et à l'aide d'un grappin viendrait déplacer les encombrants sur le convoyeur de déchets;
3. Un rouleau égalisateur et régulateur, de la largeur du plancher, empêcherait les matières trop volumineuses d'être acheminées sur le convoyeur de montée, laissant le temps à l'opérateur de les retirer. De plus, une réserve permettrait d'avoir un certain flux de matières en continu pour alimenter le convoyeur de montée;

¹ Charte des matières recyclables de la collecte sélective du Québec : www.recyc-quebec.gouv.qc.ca/client/fr/gerer/municipalites/charte.asp

4. Si requis, un deuxième rouleau régulateur pourrait être installé avant le pré-tri pour régulariser le volume de matières et ainsi avoir une zone tampon entre les deux égalisateurs. Cet équipement, placé avant le pré-tri, est déjà utilisé par plusieurs centres de tri québécois.

Cette solution pourrait être adaptable à tous les centres de tri, car elle peut être implantée en totalité, ou adaptée (2 sections de convoyeur) selon la dimension de la réception du centre de tri et du coût d'implantation de cette solution pour le centre de tri.

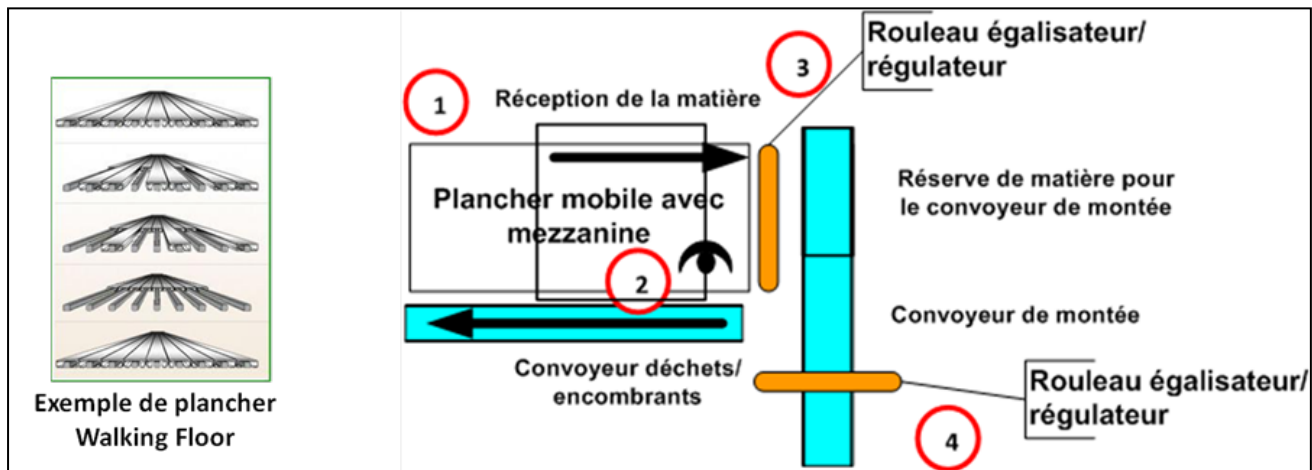


Figure 1 Illustration du concept de plancher mobile à la réception

4.3 Retrait du verre en début de procédé au centre de tri, système optimisé de tri des sacs en plastique et optimisation du tri des plastiques et des autres matières recyclables

Les tableaux 13, 14 et 15 présentent des solutions technologiques existantes pour trier le verre et les sacs en plastiques et optimiser le tri des plastiques et des autres matières recyclables. On y présente les cas applicables ainsi que leurs avantages et leurs inconvénients.

Plusieurs technologies sont présentement disponibles sur le marché pour trier les matières à l'étude et pour aider les centres de tri à produire des matières de meilleure qualité. Pour être rentable, l'implantation de ces technologies doit toutefois permettre aux centres de tri de vendre leurs matières de meilleure qualité à un meilleur prix.

TABLEAU 13 SOLUTIONS TECHNOLOGIQUES DISPONIBLES POUR RETIRER LE VERRE

Solution possible	Centre de tri < 5 000 tonnes/an	Centre de tri de 5 à 15 000 tonnes/an	Centre de tri de 15 à 30 000 tonnes/an	Centre de tri > 30 000 tonnes/an	Avantage	Inconvénient
Retirer manuellement le verre au pré-tri et aux étapes de séparation et le trier par couleur.	X	X			Simple à mettre en place.	Efficacité limitée (selon le nombre de personnes attitrées, la vitesse du convoyeur, l'épaisseur de la matière sur le convoyeur).
Installer un équipement pour séparer le verre des autres matières après le pré-tri (trommel) .			X	X	Permet d'enlever un maximum de verre dès les premières étapes.	Maintenance pour nettoyer les matières enroulées. Espace requis pour son implantation. Coût élevé.
Installer un équipement pour séparer le verre des autres matières après le pré-tri ou sous le séparateur de carton (séparateur à disques) .			X	X	Efficacité connue. Équipement standard.	Maintenance requise et efficacité diminuée en présence de sacs en plastique.
Installer un équipement pour séparer le verre des autres matières après le pré-tri (séparateur balistique) .			X	X	Permet d'enlever beaucoup de verre dès les premières étapes. Empêche l'enroulement des sacs en plastique. Peut, dans certains cas, remplacer le séparateur à carton. Faible coût.	Traite peu de tonnes à l'heure comparativement aux séparateurs à disques.

Solution possible	Centre de tri < 5 000 tonnes/an	Centre de tri de 5 à 15 000 tonnes/an	Centre de tri de 15 à 30 000 tonnes/an	Centre de tri > 30 000 tonnes/an	Avantage	Inconvénient
Purification du verre à l'aide d'un ou de plusieurs séparateurs ou d'un crible rotatif .			X	X	Améliore la qualité et/ou la granulométrie du verre.	Rentabilité à justifier.
Purification du verre en installant un équipement pour enlever le métal dans le verre (magnétique) .		X	X	X	Récupère l'acier et produit un verre plus propre.	Rentabilité à justifier.
Purification du verre en installant un équipement pour enlever l'aluminium dans le verre (Foucault) .			X	X	Récupère l'aluminium et produit un verre plus propre.	Rentabilité à justifier.
Purification du verre en installant un équipement pour enlever le papier dans le verre (cyclone) .		X	X	X	Récupère le papier et produit un verre plus propre.	Rentabilité à justifier.
Purification du verre avec un équipement complet .				X	Très grande pureté du verre.	Rentabilité à justifier.

TABLEAU 14 SOLUTIONS TECHNOLOGIQUES DISPONIBLES POUR TRIER LES SACS EN PLASTIQUE

Solution possible	Centre de tri < 5 000 tonnes/an	Centre de tri de 5 à 15 000 tonnes/an	Centre de tri de 15 à 30 000 tonnes/an	Centre de tri > 30 000 tonnes/an	Avantage	Inconvénient
Pré-tri : Retirer manuellement les sacs en plastique en utilisant des bacs ou une réserve (taux d'enlèvement potentiel de 50 %).	X				Simple à mettre en place.	Limité en fonction du volume à traiter et du nombre de trieurs disponibles au pré-tri. Requiert plus de manipulation des sacs.
Pré-tri : Retirer manuellement les sacs en plastique en utilisant des hottes d'aspiration (taux d'enlèvement potentiel de 50 %).		X	X	X	Requiert moins de manipulation des sacs. Simple à mettre en place.	Maintenance d'un système supplémentaire. Nécessite encore de la main-d'œuvre. Limité en fonction du volume à traiter et du nombre de trieurs disponibles au pré-tri.

Solution possible	Centre de tri < 5 000 tonnes/an	Centre de tri de 5 à 15 000 tonnes/an	Centre de tri de 15 à 30 000 tonnes/an	Centre de tri > 30 000 tonnes/an	Avantage	Inconvénient
Installer un séparateur balistique pour regrouper les sacs en plastique dans un même endroit, soit sur la ligne des fibres.			X	X	Permet de regrouper un maximum de sacs en plastique avec le papier. Évite l'enroulement des sacs en plastique autour des arbres de transmission. Peut, dans certains cas, remplacer le séparateur à carton. Faible coût.	Espace disponible pour son implantation vs la capacité de matières à traiter.
Ligne des fibres : saisisseur de sacs avec aspiration avant la ligne de fibre (taux d'enlèvement de 50 à 80 %).			X	X	Efficace et automatisé.	Doit être jumelé avec un autre équipement tel un balistique pour être utilisé de façon optimale. Rentabilité à définir.
Ligne des fibres : retirer les sacs à l'aide du tri optique.				X	Efficace et automatisé.	Rentabilité à définir.
Ligne des contenants : retirer les sacs à l'aide d'un aimant à papier.			X	X	Efficace et automatisé.	Rentabilité à définir Les sacs doivent être dirigés vers la ligne de fibres pour y être traités.
Ligne des contenants : retirer les sacs à l'aide du tri optique.				X	Efficace et automatisé.	Rentabilité à définir.

**TABLEAU 15 SOLUTIONS TECHNOLOGIQUES DISPONIBLES POUR OPTIMISER LE TRI
DES PLASTIQUES ET DES AUTRES MATIÈRES RECYCLABLES**

Solution possible	Matière traitée								Centre de tri applicable		
	Déchet	Carton	Non ferreux	Papier	Contenant	Plastique	Sac en plastique	Verre	5 à 15 k tonnes/an	15 à 30 k tonnes/an	> 30 k tonnes/an
Désignation à distance (DAD) *	X					X	X	X		X	X
Réalité augmentée **	X	X		X		X	X	X		X	X
Tri séquentiel auto-adaptatif (TSA2) *						X				X	
Tri séquentiel auto-adaptatif amélioré (TSA2+) *			X			X				X	
Tri séquentiel auto-adaptatif (TSA2++) **	X				X (tous les contenants)					X	X
Induction pilotée (IND) *			< 40 mm							X	X
Thermographie infrarouge moyenne (MIR) *		Selon grammage		Selon grammage		X	X			X	X
Spectrométrie proche infrarouge (NIR) *		X		X		X	X			X	X
Spectrométrie proche infrarouge (NIR) couplée à l'analyse de la couleur par caméra ou spectrométrie (VIS) *				Selon grammage et la couleur		X	X	Par couleur		X	X
Spectrométrie proche infrarouge (NIR) couplée à la thermographie infrarouge moyenne (MIR)*				Papier blanc		X	X			X	X

* Technologies existantes et disponibles sur le marché.

** Technologies existantes séparément mais leur regroupement n'existe pas sur le marché ou est non appliqué au tri.

5. CONCLUSION

Cette étude a permis de démontrer que le verre, les sacs en plastique et les déchets, encombrants et indésirables (DEI) ont des impacts sur les différents acteurs de la collecte sélective. Le coût total associé à ces impacts est estimé à 24,4 M\$ par année, absorbés par les différents intervenants de la chaîne de collecte sélective. Le coût des impacts des DEI est de loin le plus important et compte pour environ 60 % des coûts totaux. Le verre est bon deuxième, à 23 %, les sacs en plastique suivent de près, avec 17 % et l'impact des plastiques émergents est négligeable. La faible quantité de plastiques émergents actuellement présents sur le marché peut expliquer que ceux-ci causent peu de problèmes à l'heure actuelle aux recycleurs et conséquemment aux centres de tri. L'augmentation de la présence de ces nouveaux plastiques au cours des prochaines années pourrait éventuellement changer la situation.

Plusieurs technologies sont présentement disponibles sur le marché pour trier les matières à l'étude et pour aider les centres de tri à produire des matières de meilleure qualité. Étant donné le contexte commercial actuel du verre et des sacs en plastique (pas ou peu de valeur sur le marché et débouchés très limités ou absents), des investissements pour traiter ces matières sont difficilement justifiables pour les centres de tri. Toutefois, sachant que ces matières ont des impacts opérationnels coûteux aux centres de tri et chez les transformateurs et nuisent à la qualité des autres matières produites, des investissements permettant de les retirer le plus rapidement possible devraient être considérés, en tenant compte des résultats d'une analyse de rentabilité. Par ailleurs, ces investissements pourraient être encouragés par l'arrivée éventuelle de nouveaux débouchés pour le verre et les sacs en plastique. Tel est l'enjeu actuel pour ces matières, l'identification de nouveaux débouchés.

Les résultats de cette étude devraient inciter les intervenants de la collecte sélective à maintenir et à intensifier des discussions afin d'améliorer la qualité et de maximiser la valeur des matières produites.



Centre de recherche industrielle du Québec

QUÉBEC 333, rue Franquet, Québec (Québec) G1P 4C7 T 418 659-1550 / 1 800 667-2386 F 418 652-2251

MONTRÉAL 1201, boul. Crémazie Est, bur. 1.210, Montréal (Québec) H2M 0A6 T 514 383-1550 / 1 800 667-4570 F 514 383-3250

infocriq@criq.qc.ca criq.qc.ca

