

Éco
Entreprises
Québec

La récupération
c'est notre affaire

Bilan du plan *Verre l'innovation* : la solution pour le recyclage de 100 % du verre de la collecte sélective au Québec

Février 2019



Préambule

En 2013, la fermeture du principal conditionneur de verre au Québec a mis en évidence la nécessité de développer et de diversifier les marchés du recyclage sur le territoire. De plus, le peu d'investissements en centres de tri pour traiter le verre avait réduit les occasions de développement du recyclage du verre. Au cours des années qui ont suivi, des inquiétudes légitimes ont surgi, et un vaste débat public s'est engagé pour déterminer les meilleures façons de réaliser la collecte et le recyclage du verre. Lancé par Éco Entreprises Québec en 2016, le plan *Verre l'innovation* est d'abord et avant tout une initiative visant à moderniser les centres de tri québécois, et à soutenir la croissance des marchés visant une deuxième vie pour le verre, dans l'objectif de permettre le recyclage de 100 % du verre récupéré de la collecte sélective.

Le présent document est un bilan détaillé et technique de l'ensemble des opérations, ainsi que des constats et des recommandations pour le recyclage du verre de la collecte sélective au Québec.

Le document est présenté de la façon suivante :

- Pour faire suite à l'introduction, les deux premières sections représentent l'état de la situation de la collecte, du tri et du recyclage du verre avant la mise en œuvre du plan *Verre l'innovation*;
- Les deux sections suivantes sont consacrées au déroulement des projets en centres de tri, suivi de constats et de recommandations;
- Deux autres sections traitent de façon similaire du développement des marchés du recyclage;
- La stratégie de déploiement pour le tri et le recyclage du verre au Québec pour les prochaines années est abordée dans la septième section, suivie de la conclusion.

Table des matières

PRÉAMBULE	2
TABLE DES MATIÈRES	3
LISTE DES FIGURES	5
LISTE DES TABLEAUX.....	6
DEVELOPPEMENT DU PLAN VERRE L'INNOVATION	7
1. GESTION DES CENTRES DE TRI DE MATIÈRES RECYCLABLES AU QUÉBEC	9
1.1. MODES DE GESTION DES CENTRES DE TRI AU QUÉBEC.....	9
1.2. CONFIGURATION DES CENTRES DE TRI AU QUÉBEC	10
1.3. GESTION OPÉRATIONNELLE DES CENTRES DE TRI	11
1.3.1. <i>Modèles opératoires</i>	11
1.3.2. <i>Maintenance des équipements</i>	12
1.3.3. <i>Main-d'œuvre et conditions de travail</i>	12
2. RECYCLAGE DU VERRE DE LA COLLECTE SÉLECTIVE.....	13
2.1. VERRE DE LA COLLECTE SÉLECTIVE AU QUÉBEC.....	13
2.2. SITUATION DES MARCHÉS DU VERRE AVANT LE PLAN VERRE L'INNOVATION	13
3. PROJETS PILOTES D'EXPÉRIMENTATION EN CENTRES DE TRI	14
3.1. PÉRIODE DE PLANIFICATION ET SÉLECTION DES PROJETS PILOTES.....	14
3.2. ÉQUIPEMENTS INSTALLÉS EN CENTRES DE TRI.....	20
3.2.1. <i>Projet pilote de petite capacité : Régie intermunicipale de traitement des matières résiduelles de la Gaspésie (Grande-Rivière)</i>	22
3.2.2. <i>Projets pilotes de moyenne capacité : Récupération Frontenac (Thetford Mines) et EBI Environnement (Saint-Paul)</i>	23
3.2.3. <i>Projets pilotes de grande capacité : Centre de tri de Québec (Québec) et Tricentris (Terrebonne)</i>	24
3.3. PÉRIODE D'INSTALLATION ET DE RODAGE : MARS À AOÛT 2017.....	27
3.4. ACCOMPAGNEMENT ET SOUTIEN AUX CENTRES DE TRI DURANT LA PÉRIODE D'EXPÉRIMENTATION : SEPTEMBRE 2017 À AOÛT 2018	29
3.5. FIN DE LA PÉRIODE D'EXPÉRIMENTATION DES PROJETS PILOTES EN CENTRES DE TRI : SEPTEMBRE 2018 À JUIN 2019	30
3.6. INDICATEURS DE PERFORMANCE	31
3.6.1. <i>Taux de pureté du verre de granulométrie fine (%)</i>	31
3.6.2. <i>Taux de pureté du verre de grande granulométrie (%)</i>	33
3.6.3. <i>Tonnage de verre produit mensuellement (tonnes par mois)</i>	34
3.6.4. <i>Taux de recyclage (%)</i>	35
3.6.5. <i>Prix de vente (\$ par tonne)</i>	35
4. PROJETS PILOTES D'EXPÉRIMENTATION : CONSTATS ET RECOMMANDATIONS ..	36
4.1. CONSTATS ET RECOMMANDATIONS PAR ÉQUIPEMENT INSTALLÉ	36
4.1.1. <i>Tamis Flip Flow de VibroFlow</i>	36
4.1.2. <i>Zig Zag de Trennso</i>	37
4.1.3. <i>Imploseur de Krysteline</i>	38

4.1.4. Air Lift Channel Feeder de Krysteline.....	39
4.2. FLUCTUATIONS DU DÉBIT DE VERRE.....	39
4.3. ENTRETIEN ET MAINTENANCE DES ÉQUIPEMENTS.....	40
4.4. MATIÈRES INDÉSIRABLES.....	40
4.5. NEIGE ET CONDITIONS HIVERNALES.....	41
4.6. SOUTIEN APRÈS-VENTE DES ÉQUIPEMENTIERS.....	42
4.7. SYNTHÈSE DES RECOMMANDATIONS RELATIVES AUX PROJETS PILOTES D'EXPÉRIMENTATION.....	42
5. DÉVELOPPEMENT DES MARCHÉS DU VERRE.....	44
5.1. PLAN D'ACTION DU DEVELOPPEMENT DES MARCHES DU VERRE 2017-2019.....	45
5.1.1. Projets vitrines.....	45
5.1.2. Normes, certifications et mesures de contrôle de la qualité de produits.....	46
5.1.3. Développement des investissements.....	47
5.1.4. Sensibilisation des donneurs d'ordres.....	48
5.1.5. Relations gouvernementales.....	48
6. DÉVELOPPEMENT DES MARCHÉS DU VERRE : CONSTATS ET RECOMMANDATIONS.....	49
6.1. SITUATION ACTUELLE DES MARCHÉS DU VERRE.....	50
6.2. TAILLE DU VERRE SOUHAITÉE PAR LES CONDITIONNEURS.....	50
6.3. MARCHÉ DE LA FABRICATION DE BOUTEILLES ET DE CONTENANTS EN VERRE.....	51
6.4. MARCHÉ DES ABRASIFS ET DE LA FILTRATION.....	52
6.5. MARCHÉ DES AJOUTS CIMENTAIRES.....	52
6.6. MARCHÉ DE LA POUDRE DE VERRE COMME ADDITIF.....	53
6.7. MARCHÉ DU VERRE CELLULAIRE.....	54
6.8. MARCHÉS EN RÉGION ÉLOIGNÉE.....	54
6.9. VERRE DANS LES LET.....	55
6.10. SYNTHÈSE DES RECOMMANDATIONS RELATIVES AU DÉVELOPPEMENT DES MARCHÉS.....	56
7. STRATÉGIE DE DÉPLOIEMENT ET PLAN D'INVESTISSEMENT.....	57
7.1. STRATÉGIE DE DÉPLOIEMENT ET PLAN D'INVESTISSEMENT DANS LES CENTRES DE TRI.....	57
7.1.1. Système pour les centres de tri de petite capacité.....	58
7.1.2. Système pour les centres de tri de moyenne capacité.....	59
7.1.3. Système pour les centres de tri de grande capacité.....	60
7.1.4. Systèmes intermédiaires.....	61
7.1.5. Systèmes hybrides.....	62
7.1.6. Mise à niveau des projets pilotes.....	63
7.2. STRATÉGIE DE DÉPLOIEMENT ET PLAN D'INVESTISSEMENT POUR LE CONDITIONNEMENT ET LE RECYCLAGE ⁶⁴	64
7.3. RÉDUCTION DES ÉMISSIONS DES GES LIÉES AU PLAN VERRE L'INNOVATION.....	65
7.4. SYNTHÈSE DU PLAN DE FINANCEMENT ET PRIORITÉS STRATÉGIQUES.....	66
CONCLUSION.....	67

Liste des figures

Figure 1 – Réception des matières recyclables en centre de tri	10
Figure 2 – Représentation schématique d'une configuration générale de centre de tri.	10
Figure 3 – Séparateur à disques (source : CP Group)	11
Figure 4 – Séparateur balistique (source : Machinex)	11
Figure 5 – Centres de tri et projets pilotes du plan <i>Verre l'innovation</i>	17
Figure 6 – Représentation schématique des centres de tri, des conditionneurs et des recycleurs.....	21
Figure 7 – Schéma du procédé des équipements du projet pilote de la RITMRG (Grande-Rivière).....	23
Figure 8 – Schéma du procédé des équipements du projet pilote de Récupération Frontenac (Thetford Mines)	24
Figure 9 – Schéma du procédé des équipements du projet pilote de EBI Environnement (Saint-Paul).....	24
Figure 10 – Schéma du procédé des équipements du projet pilote du Centre de tri de Québec (Québec).....	25
Figure 11 – Schéma du procédé des équipements du projet pilote de Tricentris (Terrebonne).....	26
Figure 12 – Taux de pureté maximal du verre sortant de fine granulométrie	32
Figure 13 – Taux de pureté moyen du verre sortant de granulométrie fine	32
Figure 14 – Taux de pureté maximal du verre sortant de grande granulométrie	33
Figure 15 – Composition moyenne du verre sortant de grande granulométrie.....	34
Figure 16 – Indicateurs de prix de vente du verre	35
Figure 17 – Configuration proposée d'un centre de tri de petite capacité	59
Figure 18 – Configuration proposée d'un centre de tri de moyenne capacité	60
Figure 19 – Configuration proposée d'un centre de tri de grande capacité.....	61
Figure 20 – Configuration proposée d'un centre de tri hybride	63

Liste des tableaux

Tableau 1 – Investissements du plan <i>Verre l'innovation</i>	8
Tableau 2 – Définition des modèles de gestion des centres de tri	9
Tableau 3 – Centres de tri et projets pilotes du plan <i>Verre l'innovation</i>	17
Tableau 4 – Composition moyenne du verre entrant dans les projets pilotes.....	21
Tableau 5 – Équipements clés installés dans les projets pilotes.....	22
Tableau 6 – Le Programme de formation de ÉEQ	28
Tableau 7 – Production mensuelle de verre (1 ^{er} septembre 2017 au 30 août 2018)	34
Tableau 8 – Synthèse des recommandations relatives aux projets pilotes d'expérimentation	42
Tableau 9 – Synthèse des recommandations relatives au développement des marchés	56
Tableau 10 – Sommaire des investissements nécessaires en centres de tri.....	58
Tableau 11 – Équipements requis pour les centres de tri de petite capacité	58
Tableau 12 – Équipements requis pour les centres de tri de moyenne capacité	59
Tableau 13 – Équipements requis pour les centres de tri de grande capacité	61
Tableau 14 – Équipements requis pour les centres de tri hybrides	62
Tableau 15 – Estimation des investissements requis chez les conditionneurs par segment de marché	65

Développement du plan *Verre l'innovation*

Éco Entreprises Québec (ÉEQ) est un organisme à but non lucratif privé représentant les entreprises qui mettent sur le marché québécois des contenants, des emballages et des imprimés dans leur responsabilité de financer les coûts des services municipaux de collecte sélective efficaces et performants. À titre d'expert, ÉEQ optimise la chaîne de valeur de la collecte sélective et met en place des approches innovantes, dans une perspective de développement durable et d'économie circulaire.

Dans ce contexte d'optimisation de la collecte sélective, ÉEQ a mis en place en 2015, en suivi du Forum « Matières à solutions », une équipe multidisciplinaire ayant reçu le mandat de trouver une solution pour trier et recycler 100 % du verre issu de la collecte sélective au Québec. C'est ainsi que fut été développé le plan *Verre l'Innovation* (ci-après nommé le « Plan ») lancé par ÉEQ en janvier 2016. Dans cette première en Amérique du Nord, ÉEQ joue un rôle de catalyseur pour une mobilisation sans précédent de l'industrie du recyclage, afin de donner une deuxième vie au verre récupéré et, ultimement, de lui redonner de la valeur.

Au cours de l'année 2015, l'équipe de ÉEQ a rencontré divers intervenants de la chaîne de valeur du verre, soit des centres de tri, des conditionneurs et des recycleurs de verre, ainsi que des équipementiers. Ces échanges ont permis de mieux comprendre les besoins des acteurs, de connaître l'état d'avancement des technologies disponibles ou en développement, et de déterminer les attentes des parties prenantes. En parallèle à ces échanges, l'équipe de ÉEQ a piloté plusieurs études auprès d'experts indépendants dans le domaine et a procédé à des visites techniques à l'extérieur du Québec pour trouver et sélectionner des technologies innovantes de traitement du verre en centres de tri. De plus, des recherches ont été menées pour déterminer et quantifier les marchés existants et ceux en croissance pour le verre récupéré, particulièrement sur la côte Est du Canada et des États-Unis.

Les résultats de ces recherches et de ces analyses ont permis de dégager les constats suivants sur la situation du verre au Québec :

1. La décision d'investir dans de nouveaux équipements repose principalement sur la capacité à générer plus de revenus, et non sur l'amélioration de la performance du taux de recyclage.
2. Peu d'investissements ont été faits en centres de tri pour améliorer la qualité du verre et lui donner une valeur de revente.
3. La fermeture du principal conditionneur de verre, en 2013, qui traitait la presque totalité du verre de la collecte sélective, a mis en évidence les différents enjeux de la piètre qualité du verre dans nos centres de tri, ainsi que l'importance de développer et de diversifier les marchés du verre.

Ces conclusions ont mené ÉEQ à élaborer le plan *Verre l'Innovation*. Les objectifs principaux du Plan sont de :

- Tester des équipements de traitement du verre afin d'améliorer la qualité du verre issu de la collecte sélective et formuler des recommandations afin de doter les centres de tri du Québec des équipements les plus adéquats;
- Moderniser les centres de tri québécois pour trier et traiter le verre;

- Développer et diversifier les marchés pour le verre issu de la collecte sélective afin d'éviter toute forme d'enfouissement du verre, incluant le recouvrement journalier, dans un avenir rapproché (3 à 5 ans);
- Permettre ultimement le recyclage de 100 % du verre de la collecte sélective.

Annoncé en janvier 2016, le Plan se décline en deux composantes, grâce à un investissement de 12,2 millions de dollars : d'une part, la modernisation des centres de tri du Québec par des projets pilotes afin de leur permettre de produire un verre de meilleure qualité et, d'autre part, des mesures de soutien aux entreprises souhaitant développer de nouveaux écomatériaux (et de nouveaux débouchés) avec le verre de la collecte sélective. Ces investissements sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 1 – Investissements du plan Verre l'innovation

Composantes du plan Verre l'innovation	Montants investis
Modernisation des centres de tri :	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Projets pilotes d'expérimentation : fourniture d'équipements de tri et de traitement du verre dans cinq centres de tri; ▪ Fourniture d'équipements de tri et de traitement du verre pour le futur centre de tri des matières recyclables de Montréal. 	8 M\$
	2,5 M\$
Mesures de soutien au développement des marchés	1,7 M\$
Total	12,2 M\$

Soutien en communication

En soutien à son équipe d'experts ainsi qu'à ses partenaires des centres de tri, le service des communications de ÉEQ a travaillé à la promotion et au rayonnement du Plan par le biais de différentes initiatives qui se sont déployées au cours du projet, notamment :

- La divulgation des résultats d'un sondage réalisé par la firme Léger sur les habitudes des Québécois en matière de récupération du verre;
- Des opérations de presse incluant des visites de centres de tri, le lancement du Plan, les inaugurations des projets pilotes (avec présence ministérielle), l'émission de nombreux communiqués et de fiches techniques, etc.;
- La diffusion d'outils de communication virtuels (site Internet, vidéos, médias sociaux, infolettres aux entreprises contributrices, etc.);
- L'installation d'un kiosque consacré au traitement du verre lors de congrès et de conférences;
- Des conférences des membres de l'équipe lors de forums divers;
- La distribution d'échantillons de verre traité aux élus et aux partenaires lors des inaugurations.

1. La gestion des centres de tri de matières recyclables au Québec

Le Plan s'inscrit dans le contexte québécois de l'exploitation des 22 centres de tri de collecte sélective qui s'y retrouvent. Il importe donc de comprendre leurs modes de gestion, leur configuration ainsi que leurs modèles opérationnels.

1.1. Modes de gestion des centres de tri au Québec

Il existe au Québec trois principales catégories d'opérateurs des centres de tri de la collecte sélective au Québec. Les opérations de tri peuvent être gérées par une entreprise privée à but lucratif, par un organisme à but non lucratif (OBNL) ou par un organisme contrôlé par une ou des municipalités. Chaque modèle de gestion est défini par certaines caractéristiques décrites dans le tableau ci-dessous.

Tableau 2 – Définition des modèles de gestion des centres de tri

Modèle de gestion	Définition	Opérateurs
Gestion par une entreprise privée à but lucratif	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Entreprise dont la propriété est privée, ayant un ou plusieurs propriétaires. ▪ Il existe 4 principaux types de sociétés privées : entreprise individuelle, société de personnes, société à responsabilité limitée et la société par actions. Chaque type a ses propres règles en ce qui concerne les actionnaires, les membres et la fiscalité. 	Gaudreau Environnement Groupe Bouffard EBI Environnement Sani-Éco Tiru (Recyclage Papiers MD)
Gestion par un organisme privé à but non lucratif	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Association ou société dont les membres ne retirent aucun bénéfice financier. ▪ Profits utilisés à des fins non lucratives, bien souvent réinvestis dans les infrastructures et les collectivités. ▪ Dans plusieurs cas, intégration d'employés avec limitation fonctionnelle. 	Société VIA Groupe RCM Récupération Frontenac Récupération Centre-du-Québec Ressource de réinsertion le Phare Récupération des Basques
Gestion par une régie municipale	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Organisme public regroupant plusieurs municipalités ou MRC qui confient à une organisation commune leurs compétences en matière de gestion des matières résiduelles. ▪ Profits utilisés à des fins non lucratives, bien souvent réinvestis dans les infrastructures et les collectivités. 	RMR Lac-Saint-Jean RITMRG (Gaspésie) Récup Estrie
Gestion par un organisme à but non lucratif formé de municipalités ou d'organismes municipaux	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Association ou société regroupant des municipalités, dont les membres ne retirent aucun bénéfice financier. ▪ Profits utilisés à des fins non lucratives, bien souvent réinvestis dans les infrastructures et les collectivités. ▪ Conseil d'administration formé par les municipalités membres. 	Tricentris

1.2. Configuration des centres de tri au Québec



Figure 1 – Réception des matières recyclables en centre de tri

Au Québec, le mode de collecte en pêle-mêle consiste à récupérer l'ensemble des matières recyclables des citoyens, où les imprimés sont mélangés aux contenants et aux emballages pour être ensuite séparés en centres de tri. Ces derniers sont aménagés afin de recevoir et de séparer ces matières.

Une fois arrivées en centres de tri, les matières recyclables sont déchargées au sol et sont transférées vers des stations de pré-tri afin d'y retirer les matières non conformes. Les matières sont ensuite convoyées vers des tables de tri et des équipements spécialisés afin que soient séparées les matières, tel que démontré à la figure suivante.

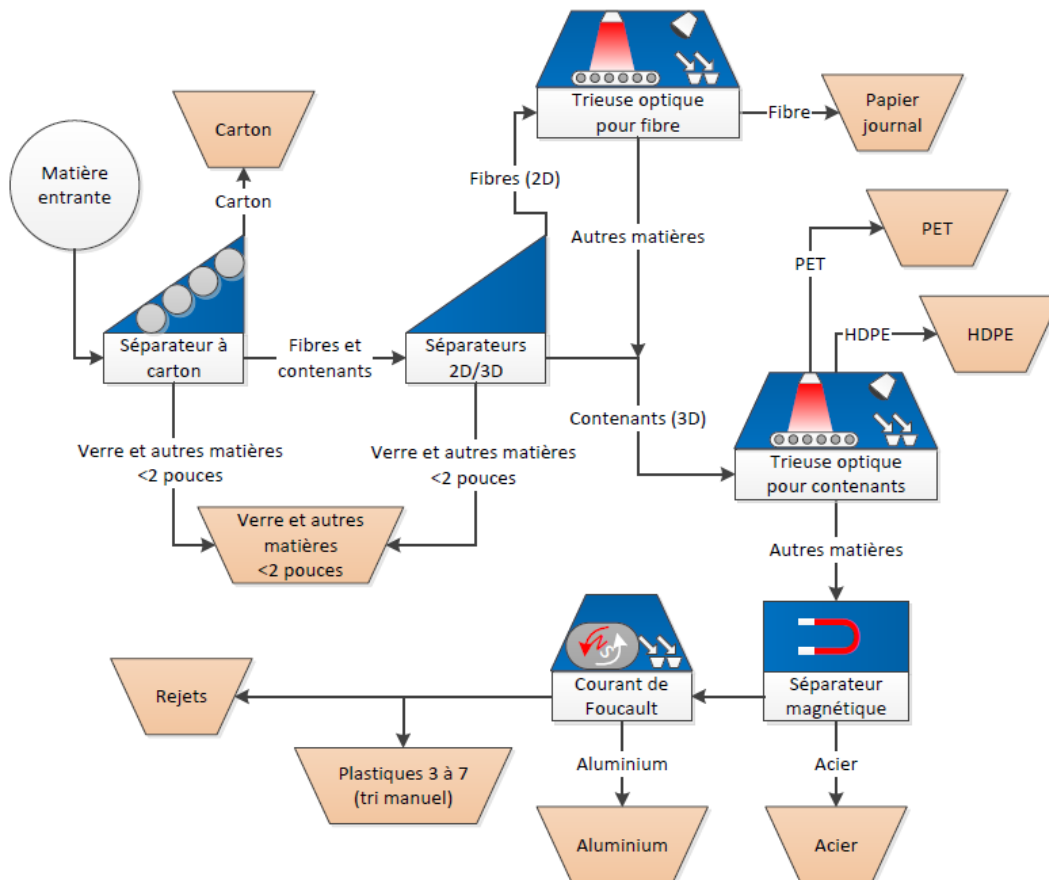


Figure 2 – Représentation schématique d'une configuration générale de centre de tri

Certains centres de tri, de petite capacité et situés en régions éloignées, font du tri manuel ou semi-mécanisé. Dans le premier cas, seuls des trieurs séparent les matières qui passent sur des convoyeurs, alors que dans le cas d'un centre de tri semi-mécanisé, le tri peut être partiellement réalisé par certains équipements (séparateur à carton, séparateur magnétique, etc.).

Les centres de tri mécanisés sont quant à eux dotés de séparateurs afin de trier le carton, de séparer les contenants (3D) des fibres (2D), et finalement de trier les matières recyclables avec des équipements adaptés à leurs propriétés (tri optique, séparateur magnétique, courant de Foucault).

La plupart des centres de tri disposent d'équipements de séparation des matières fines (séparateur à matières fines, briseur de verre, séparateur à finition ou séparateur balistique, tamis rotatif, etc.), où se retrouve le verre. Ceux-ci leur permettent de retirer le verre au cours du procédé de tri. Certains centres de tri de petite capacité séparent manuellement les contenants de verre. Du verre est également recueilli en fin de procédé, soit au dernier convoyeur, mélangé avec toutes les autres matières non triées.

La séparation mécanique des contenants et des fibres s'effectue à l'aide de séparateurs à disques ou de séparateurs balistiques. Les séparateurs à disques sont dotés de disques de caoutchouc à révolution élevée, dont l'angle et les espacements déterminent la direction des matières séparées. Les séparateurs balistiques sont quant à eux dotés de rails parallèles à mouvement orbital qui secouent fortement les matières afin de les ségréger en deux ou trois flux. Dans les séparateurs balistiques, le verre se casse plus facilement. Les matières convergent ensuite vers des tables de tri, ou encore vers des équipements de tri optique ou mécanique.



Figure 3 – Séparateur à disques
(source : CP Group)



Figure 4 – Séparateur balistique
(source : Machinex)

Des employés affectés au contrôle de la qualité sont postés à la sortie des équipements afin de s'assurer de la pureté des matières, ou encore pour réaliser un tri plus exhaustif. Les matières triées sont ensuite entreposées dans des réserves avant d'être convoyées dans des conteneurs ou vers une presse afin d'être compressées en ballots.

1.3. Gestion opérationnelle des centres de tri

1.3.1. Modèles opératoires

Les centres de tri au Québec sont généralement gérés en fonction de deux principaux types de modèles opératoires, soit une production basée sur le traitement d'un maximum de tonnage et le tri orienté vers la qualité des matières sortantes.

Le premier mode consiste à trier un volume maximal de matières recyclables. En raison d'une sous-capacité ou encore pour des raisons purement économiques, le tri est organisé de manière à ce qu'un maximum de matières soit traité dans une période donnée. Cette méthode peut mener à une qualité de tri inférieure.

À l'opposé, les opérations orientées vers un tri de meilleure qualité des matières recyclables impliquent des coûts d'opérations plus élevés (entretien et maintenance préventive, formation, contrôle de la qualité, suivi de la performance, etc.) et nécessitent des investissements importants pour l'acquisition de technologies performantes. Le choix des modes opératoires peut également être influencé par la volonté d'un centre de tri de créer des emplois adaptés, de développer des industries locales, etc.

La fermeture des marchés asiatiques en 2017 met en lumière les bénéfices d'un tri orienté vers la qualité. Les centres de tri qui avaient intégré cette philosophie opérationnelle avant la crise du recyclage ont été en mesure de faire face à cette dernière, et trouvent maintenant plus facilement des acheteurs pour les matières triées.

1.3.2. Maintenance des équipements

Deux stratégies prévalent quant à la maintenance et à l'entretien des équipements. Dans un premier cas, certains centres de tri font le choix de minimiser l'entretien et l'amélioration des équipements. Ils considèrent qu'il est préférable et plus rentable de procéder au remplacement complet de l'équipement ou de pièces importantes à la fin de leur vie utile. L'une des conséquences, est la dégradation progressive de rendement ou de qualité, et l'accroissement de l'usure de l'équipement.

D'autres centres de tri priorisent l'amélioration continue et l'entretien préventif des équipements. Des programmes de maintenance préventive sont mis en place, en collaboration avec les équipementiers. Des inspections de routine et des périodes d'entretien sont insérées dans le calendrier de production du centre de tri, et des périodes d'arrêt sont réservées à ces tâches. Parmi les bénéfices, on dénote une augmentation de la durée de vie des équipements, une stabilité de la performance des activités de tri, ainsi qu'une réduction et/ou une anticipation des bris majeurs qui pourraient occasionner des arrêts de longue durée.

En cette matière aussi, la fermeture des marchés asiatiques nous enseigne qu'il est préférable de privilégier la méthode d'entretien préventif et continu des équipements pour favoriser la meilleure qualité de tri possible.

1.3.3. Main-d'œuvre et conditions de travail

Certains centres de tri déploient des efforts pour améliorer l'environnement de travail des trieurs : espace de travail tempéré ou cabine de tri chauffée, ventilation indépendante, fourniture d'équipements de protection individuelle, formation, étude ergonomique des postes de travail, éclairage adéquat, etc. D'autres centres de tri mettent l'emphase sur la spécialisation du poste, confiant des responsabilités plus importantes aux trieurs. Ces derniers deviennent ainsi responsables de l'approvisionnement, du suivi de la qualité, etc.

La fonction de contrôle de la qualité par les trieurs met en évidence la quantité de matières non acceptées, voire dangereuses retrouvées dans les bacs des citoyens : seringues, ampoules, matières organiques, appareils électroniques, munitions, etc. Or, la manipulation de telles matières

comporte des risques devant être éliminés directement dans les centres de tri par une formation adéquate, par un suivi du respect des procédures de sécurité, ainsi que par la fourniture d'équipements de protection appropriés.

Il est possible d'établir un lien entre la performance de la main-d'œuvre et le mode d'allocation des ressources. La qualité du tri et la performance des équipements sont améliorées lorsque le trieur est affecté de façon permanente à un poste de tri comportant des responsabilités spécifiques. Dans le cas des centres de tri pratiquant la rotation du personnel ou lorsqu'il y a un fort taux de roulement du personnel, la courbe d'apprentissage est plus longue et le tri n'est souvent pas réalisé selon les protocoles mis en place.

2. Le recyclage du verre de la collecte sélective

Au Québec, les contenants de verre sont collectés dans les bacs de la collecte sélective en mode pêle-mêle. Ces matières transitent via un centre de tri afin d'être triées et expédiées à un conditionneur ou un recycleur, ou dans un lieu d'élimination.

2.1. Le verre de la collecte sélective au Québec

Depuis plusieurs années, des données contradictoires circulent concernant les tonnages de verre contenus dans la collecte sélective. RECYC-QUÉBEC et ÉEQ ont entrepris de clarifier la situation afin que l'ensemble des parties prenantes puisse travailler sur une base commune.

Au Québec, le gisement de verre dans la collecte sélective s'élève à environ 120 000 tonnes par année, basé sur les données du rapport *Caractérisation des matières résiduelles du secteur résidentiel 2012-2013* publié par RECYC-QUÉBEC et ÉEQ en 2015. Cette donnée du gisement de verre correspond à la quantité de contenants et de bouteilles de verre déposée dans le bac de récupération, qu'ils soient consignés ou non. Les deux tiers (62 %) du verre clair que l'on retrouve dans le bac proviennent des contenants alimentaires et non des bouteilles de vin ou de spiritueux.

2.2. Situation des marchés du verre avant le plan Verre l'innovation

Jusqu'en 2013, la presque totalité du verre de la collecte sélective du Québec convergeait vers l'usine de l'entreprise Klareco, un conditionneur de verre. Le principal marché de Klareco était celui de la laine minérale dont les usines étaient essentiellement situées aux États-Unis.

En 2012, la récession économique aux États-Unis a fortement affecté le marché de la construction, réduisant la demande pour la laine minérale. Klareco ayant perdu son principal marché, l'usine a dû fermer ses portes en 2013, laissant le verre sans acheteur.

De son côté, l'entreprise Groupe Bellemare reprenait une partie du verre afin de répondre à la demande pour la fabrication d'abrasifs et de médias filtrants pour les piscines. Ces marchés correspondaient en 2013 à environ 10 000 tonnes par année. De plus, Tricentris recyclait une partie de son verre pour la production de la poudre de verre Verrox. Enfin, 2M Ressources recevait une faible quantité de verre en provenance de certains centres de tri.

Après la fermeture de Klareco, à défaut de marchés locaux, la majorité du verre de la collecte sélective a alors pris le chemin des lieux d'enfouissement technique (LET) pour servir de matériaux

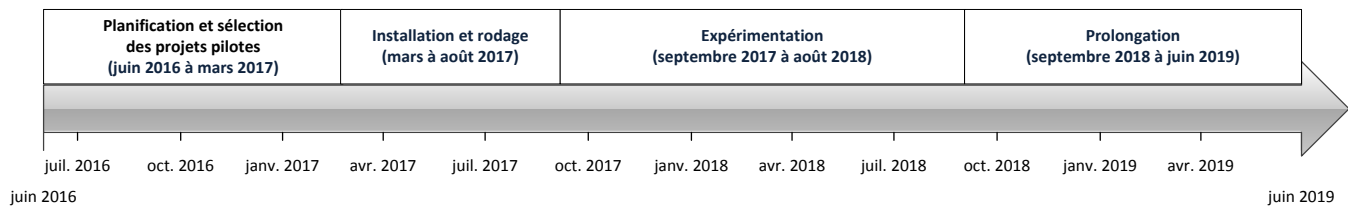
pour la construction de chemins d'accès ou comme matériau alternatif de recouvrement journalier, en conformité avec le *Règlement sur l'enfouissement et l'incinération des matières résiduelles* de la *Loi sur la qualité de l'environnement* (LQE).

Il importe de rappeler que devant le caractère exceptionnel de cette situation, l'Union des municipalités du Québec (UMQ) avait demandé au Ministère des Affaires municipales et de l'Habitation (MAMH) de permettre aux municipalités qui le souhaitaient la réouverture des contrats avec les centres de tri qui transigeaient sur le marché du verre mélangé. L'arrêté délivré par le MAMH accordait une permission générale à toutes les municipalités et les régies intermunicipales du Québec de modifier certains contrats conclus avec des gestionnaires de centres de tri, en y ajoutant un montant supplémentaire au prix payé pour le verre afin de palier à l'augmentation du coût d'entrée du verre en LET. Cette augmentation tarifaire a été considérée comme admissible au régime de compensation financé par ÉEQ.

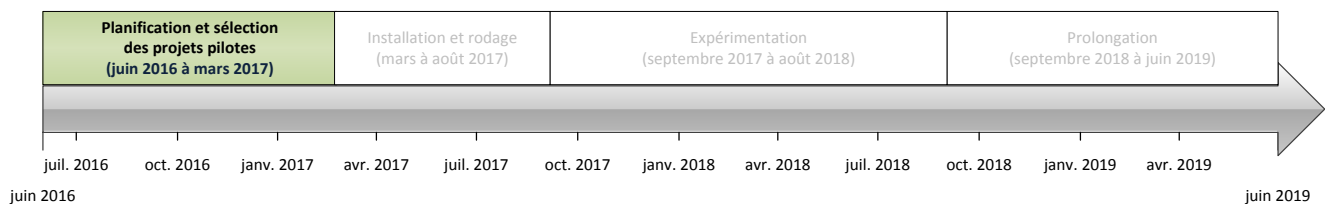
À noter que la dispense n'était en vigueur que pour la période du 9 juillet au 31 décembre 2014. Les modifications de contrat effectuées pendant cette période pouvaient toutefois s'appliquer pendant tout le reste d'un contrat.

3. Projets pilotes d'expérimentation en centres de tri

En incluant la période de planification, le Plan s'échelonne sur la période de juin 2016 à juin 2019. Cette troisième section présente avec plus de détails les étapes de la réalisation de celui-ci, de sa planification initiale à la prolongation de la période d'expérimentation.



3.1. Période de planification et sélection des projets pilotes













Planification des projets pilotes d'expérimentation

Le Plan a pris forme à la suite d'un diagnostic global de la chaîne de valeur du verre issu de la collecte sélective. Jusqu'alors, peu d'équipements étaient installés en centre de tri, les plus communs étant des souffleries, des briseurs de verre ou des tamis rotatifs, mais leur performance demeurait peu satisfaisante. À l'exception de quelques centres de tri, le verre sortant était – dans bien des cas –

mélangé aux rejets du centre de tri, tels que les matières organiques, les particules fines et le papier déchiqueté. Afin de répondre aux besoins spécifiques des centres de tri et à la croissance des marchés pour le verre recyclé, le Plan a été élaboré. Défini à titre de soutien technique et financier, il permet de tester auprès de centres de tri des technologies existantes sélectionnées par ÉEQ, par le biais de projets pilotes d'expérimentation.

Expertise externe

ÉEQ s'est entouré d'experts externes à chaque étape du développement du Plan, et a bénéficié du soutien technique d'une dizaine d'organisations spécialisées.

Organisations	Provenance	Type d'expertises externes offertes
Gestion Valoris		Accompagnement de ÉEQ pour le développement des modalités du Plan
NovAxia		Accompagnement de ÉEQ, des centres de tri et des équipementiers pour la réalisation des projets pilotes d'expérimentation
Miller Thomson, Daigneault, Avocats		Validations légales
SECOR-KPMG		Analyse des modalités et des paramètres du Plan
For Sustainability Too		Analyse des équipements de tri de verre en centre de tri en Amérique du Nord
Naturallis		Analyse des équipements de tri en centre de tri avec collecte sélective pêle-mêle et analyse des marchés nord-américains
Product Stewardship Institute		Portrait de la récupération du verre et des systèmes de consigne en Amérique du Nord
Farel		Calcul des coûts de transport
NI Environnement, Chamard Stratégies environnementales		Caractérisation du verre des centres de tri
Groupe Agéco		Bilan des gaz à effet de serre (GES) du plan <i>Verre l'innovation</i>

Consultations et visites

En plus de visiter des usines en Europe, dotées d'équipements de tri et de traitement du verre et où la collecte sélective est en mode pêle-mêle, ÉEQ a communiqué avec plus de 20 équipementiers afin de mieux comprendre les spécificités des technologies développées par chacune de celles-ci pour la séparation et le nettoyage du verre. Au terme de ces rencontres, ÉEQ a sélectionné des technologies en provenance du Royaume-Uni, d'Allemagne et de l'Australie. Celles-ci ont été identifiées parmi d'autres comme étant prometteuses pour améliorer la qualité du verre issu de la collecte sélective en sortie des centres de tri. De plus, ÉEQ a mandaté l'entreprise québécoise Machinex pour réaliser l'intégration de l'ensemble des équipements en centre de tri.

Ainsi, les équipements sélectionnés par ÉEQ permettent à la fois la fragmentation du verre par implosion et le nettoyage de ce dernier. On retrouve parmi ceux-ci des équipements de séparation des métaux, d'aspiration ou de soufflerie des fibres et des matières légères, d'implosion et de séparation granulométrique.

Les objectifs des projets d'expérimentation en centres de tri étaient multiples, soit :

- L'apprentissage du bon fonctionnement et de l'opération des équipements;
- L'opération optimale des équipements en fonction des variations saisonnières;
- La production la plus uniforme possible d'un verre de qualité;
- La validation de la qualité du verre auprès de différents conditionneurs et recycleurs;
- L'acquisition de connaissances et la diffusion de bonnes pratiques.

Dans cette optique, ÉEQ visait donc à mettre en place des équipements spécifiques dans des centres de tri de petite, de moyenne et de grande capacité, représentatifs du territoire québécois.

Appel à candidatures

L'appel à candidatures, lancé en janvier 2016, comportait une description des conditions techniques et financières applicables dans le cadre de la réalisation des projets pilotes pour les centres de tri qui seraient sélectionnés. De plus, cet appel décrivait les conditions de participation attendues de la part des centres de tri afin d'assurer la viabilité de l'ensemble des éléments de la chaîne de valeur lors des projets pilotes d'expérimentation. Le projet pilote avait un terme initial de quinze (15) mois suivant la mise en opération des équipements.

Pour être éligibles, les centres de tri devaient soumettre des données techniques permettant à l'équipe de ÉEQ de mieux prendre en compte la réalité du terrain, et d'évaluer adéquatement la faisabilité des projets pilotes.

Un portrait précis des conditions du cheminement du verre en centre de tri était requis avant de procéder à la sélection finale des candidats. À cet effet, les centres de tri devaient fournir le schéma représentant le circuit du cheminement du verre en indiquant :

- Les divers points où le verre était séparé des autres matériaux;
- Les quantités approximatives de verre issu de ces différents points;
- Si le verre avait fait ou non l'objet d'un traitement (tamisage, broyage, etc.);
- La façon dont le centre de tri comptait acheminer l'ensemble du verre à l'emplacement visé pour un éventuel système de traitement, tout en décrivant les équipements qui seraient nécessaires pour y arriver.

De plus, les centres de tri devaient :

- Fournir et transmettre des échantillons de verre en fin de procédé, selon le protocole d'échantillonnage proposé par ÉEQ;
- Transmettre les échantillons à la firme de caractérisation désignée par ÉEQ;
- Faire connaître leur tonnage de verre pour la dernière année d'opération;
- Faire connaître les dates d'échéance et la durée des contrats de tri avec leurs municipalités;
- Indiquer la (les) destination(s) du verre au cours de la dernière année.

En avril et en mai 2016, une équipe composée des représentants des équipementiers et de ÉEQ a visité les 18 centres de tri qui avaient déposé leur candidature. Au terme de ces visites, des dossiers ont été déposés chez ÉEQ, exposant les forces de chacune des candidatures et confirmant la faisabilité technique des projets.

Sélection des projets pilotes d'expérimentation

La sélection des projets pilotes par un comité interne, composé de membres du conseil d'administration et d'employés de ÉEQ en juin 2016, s'est effectuée sur la base de l'analyse des documents des dossiers de candidature. Il est à noter que l'un des éléments du dossier de candidature, soit les résultats de caractérisation des échantillons de verre en sortie du centre de tri, ne constituait pas un critère de sélection. Cet élément a été utilisé pour adapter l'agencement des équipements à la qualité du verre à traiter.

ÉEQ souhaitait mettre en place des projets pilotes d'expérimentation dans trois catégories de centre de tri, soit :

- Centre de tri de petite capacité (< 10 kilotonnes de matières recyclables par an);
- Centre de tri de moyenne capacité (10 à 35 kilotonnes de matières recyclables par an);
- Centre de tri de grande capacité (> 35 kilotonnes de matières recyclables par an).

Afin de bien représenter les particularités de la collecte sélective, une attention a été portée à la présence régionale. Ainsi, des centres de tri situés en région éloignée tout comme en milieu urbain densément peuplé ont été sélectionnés. Un souci a également été accordé à ce que soient représentés les différents modes de gestion. À cet effet, les centres de tri sélectionnés sont opérés par une régie intermunicipale, par un organisme à but non lucratif en travail adapté, par un organisme à but non lucratif municipal ou par une entreprise privée. Ces centres de tri sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 3 – Centres de tri et projets pilotes du plan Verre l'innovation

Petite capacité	Moyenne capacité	Grande capacité
Régie intermunicipale de traitement des matières résiduelles de la Gaspésie (Grande-Rivière)	EBI Environnement Inc. (St-Paul) Récupération Frontenac (Thetford Mines)	Tricentris (Terrebonne) Centre de tri de Québec (Québec)



Figure 3 – Centres de tri et projets pilotes du plan Verre l'innovation

Entente contractuelle avec les centres de tri sélectionnés

Les centres de tri sélectionnés pour les projets pilotes d'expérimentation devaient s'engager contractuellement à travailler en partenariat avec l'équipe de ÉEQ pour garantir le succès de la mise en œuvre du Plan. L'engagement des centres de tri et le mode de fonctionnement collaboratif avec ÉEQ ont été formalisés via une entente contractuelle entre les deux parties en août 2016. Un plan de gestion de projet a aussi été défini avec chaque centre de tri participant suite à la sélection finale.

Plan de gestion

Dans le cadre de l'entente contractuelle avec les centres de tri participant aux projets pilotes, ÉEQ a élaboré un plan de gestion destiné à définir les processus de gestion des projets pilotes d'expérimentation. Ce plan, spécifique à chaque centre de tri, inclut tous les éléments de la liste ci-dessous :

1) Phase de pré-installation :

- Identification des experts et formation de l'équipe du projet pilote d'expérimentation;
- Description des travaux nécessaires avant l'installation des équipements du système de tri et de traitement du verre et des exécutants (bâtiment, électricité, génie civil, logistique, etc.);
- Élaboration d'un calendrier des travaux nécessaires avant l'installation des équipements;
- Exécution des travaux nécessaires avant l'installation des équipements;
- Préparation d'un espace pour installer et opérer les équipements de caractérisation.

2) Phase d'installation des équipements et de formation du personnel :

- Mesures de santé-sécurité lors de l'installation des équipements :
 - Propreté des lieux avant et pendant l'installation;
 - Surveillance du chantier;
 - Équipements de protection;
- Formation sur le programme d'échantillonnage et de caractérisation;
- Formation pour le bon fonctionnement des équipements.

3) Phase de démonstration de 15 mois :

- Visites par la chargée de projet de ÉEQ;
- Visites par des médias et diverses parties prenantes;
- Communications aux médias et relations publiques;
- Propreté des lieux;
- Tableau des processus de communication entre le centre de tri, ÉEQ et les équipementiers (par type de situation);
- Matières ciblées (qualité du verre à l'entrée et à la sortie);
- Opération des équipements selon les normes et les règles du fabricant/équipementier;
- Rôles et responsabilités du trieur – contrôleur de la qualité;
- Mesures de santé et de sécurité lors de l'opération des équipements;
- Programme de maintenance et d'entretien;
- Gestion des contaminants;
- Entreposage et manutention du verre;
- Exécution du programme d'échantillonnage et de caractérisation;
- Destination du verre et développement de marchés;
- Objectifs de recyclage du verre;

- Modalité de paiements pour le soutien à la participation et autres processus administratif.

4) Phase d'après démonstration :

- Gestion de fin de projet de démonstration;
- Rencontres et suivis.

Soutien technique et financier

Outre la fourniture des équipements destinés au traitement du verre, les centres de tri sélectionnés ont reçu un soutien technique de la part de ÉEQ sous plusieurs formes, notamment :

- Les frais d'ingénierie et d'installation des équipements;
- L'élaboration d'une charte des pièces de rechange et d'une liste des pièces de première urgence pour une gestion d'inventaire efficace;
- La fourniture des équipements d'échantillonnage et de caractérisation;
- La formation du personnel sur le fonctionnement des équipements et leur maintenance, sur les campagnes d'échantillonnage et de caractérisation du verre pendant la période d'expérimentation, et sur l'utilisation des outils de gestion informatisés;
- Le suivi technique pour les mesures de performance des équipements durant la période d'expérimentation.

Ces projets pilotes d'expérimentation ont demandé un engagement important de la part des centres de tri. En compensation pour cette participation aux projets pilotes, ÉEQ a apporté un soutien, sous la forme d'une contribution de 28 \$ par tonne triée et vendue à un conditionneur ou à un recycleur, sur présentation de bons de pesée valides et de documents justificatifs et ce, sur toute la durée de la période d'expérimentation. Il importe de préciser qu'aucune compensation n'a été accordée pour du verre acheminé en LET à des fins de matériau alternatif de recouvrement journalier ou de fondation routière.

Développement d'un protocole de caractérisation du verre

Le Plan a été le vecteur idéal pour initier l'implantation et la mise en œuvre d'un processus de caractérisation du verre afin d'évaluer de façon objective la performance des systèmes mis en place. Des consultations menées auprès des centres de tri ont permis de constater que de telles mesures de performance ne font pas partie des processus de la majorité d'entre eux.

Le protocole de caractérisation de grande envergure dédié au verre des centres de tri et développé par ÉEQ constituait une première au Québec. Pour assurer le succès de sa mise en œuvre, ÉEQ a tiré profit de l'expérience acquise lors de l'appel à candidature en janvier 2016, où plus de 90 échantillons de verre ont été caractérisés. À cette fin, ÉEQ a également fait appel à des experts externes en statistiques et en méthodologie.

Le programme visait à mesurer les performances des projets pilotes d'expérimentation, et plus précisément à :

- Mesurer la quantité et la composition des flux de verre entrants et sortants des systèmes d'expérimentation afin de calculer les taux de pureté du verre;
- Suivre la performance des systèmes d'expérimentation durant 12 mois et mesurer les variations saisonnières;

- Permettre l'application des garanties en assurant le suivi des paramètres indiqués dans le contrat entre ÉEQ et les Industries Machinex, de même que dans les contrats entre ÉEQ et les centres de tri;
- Comparer les performances des projets pilotes d'expérimentation, en comparant notamment les systèmes de petite, de moyenne et de grande capacité;
- Optimiser l'opération des systèmes d'expérimentation dans les centres de tri;
- Mesurer la performance individuelle de chacun des équipements pour en optimiser les réglages;
- Prévenir l'usure prématurée des équipements et des conduits (ex. : caractérisation des matières collectées sous le cyclone);
- Évaluer la qualité du verre sortant des projets pilotes d'expérimentation par rapport aux exigences requises par les conditionneurs (les marchés).

Ce programme a également permis à ÉEQ de :

- Obtenir des informations sur la collecte sélective en vue de la mise à jour de l'étude d'allocation par activité;
- Développer un savoir technique important en matière d'échantillonnage et de caractérisation du verre;
- Développer des protocoles d'échantillonnage et de caractérisation du verre qui pourront être répliqués dans des études subséquentes (par exemple, pour l'étude de caractérisation à destination).

Sous la supervision de l'équipe de ÉEQ, les centres de tri ont réalisé des activités d'échantillonnage et de caractérisation des matières entrant dans les systèmes et du verre en sortant. Ces activités visaient à mesurer les paramètres suivants : l'humidité, la composition et la densité du verre. Au total, plus de 300 échantillons ont été analysés, permettant ainsi une analyse corrélative des résultats avec les observations réalisées sur le terrain.

3.2. Les équipements installés en centres de tri

Les équipements installés en centres de tri ont été sélectionnés en fonction de la configuration – spécifique à chacun d'entre eux – et du taux de contamination du verre.

La pureté du verre et le rôle du centre de tri

Les caractérisations du verre issu des 18 centres de tri qui ont déposé leur candidature au Plan ont démontré que le verre peut contenir jusqu'à 30 % de matières autres, principalement du papier, du plastique et des matières organiques.

Il est donc constaté que 30 % des quantités de verre déclarées par les centres de tri et véhiculées sont en fait des matières autres que le verre et ne devraient pas être comptabilisées de la sorte.

Les données des caractérisations effectuées par ÉEQ, basées sur les résultats de plus de 100 échantillons de verre entrant dans les projets pilotes dans le cadre du Plan, soutiennent ces observations et sont présentées au tableau ci-dessous.

Tableau 4 – Composition moyenne du verre entrant dans les projets pilotes

Matière	%
1. Verre de toutes les couleurs provenant de contenants	70,6 %
2. Papier et cartons	7,2 %
3. Contenants et emballages de plastique	1,5 %
4. Contenants et emballages en métal ferreux et non ferreux	0,8 %
5. Céramique, pierre, brique, porcelaine	1,5 %
6. Matières organiques	1,0 %
7. Contenants et emballages non recyclables	0,2 %
8. Tout autre rejet	3,5 %
9. Particules fines	13,7 %

L'objectif visé par la combinaison des équipements des systèmes est de produire un verre d'une pureté supérieure à 95 % avec un verre qui est au départ contaminé jusqu'à 30 %. Si l'atteinte de ce taux de pureté permet de réduire grandement le transport de contaminants vers les conditionneurs, il est à noter que le rôle du centre de tri n'est pas de se substituer à un conditionneur. Ce dernier doit atteindre les critères de qualité exigés par les marchés, tels que la séparation par couleur ou le retrait des infusibles. La figure 6 présente les marchés potentiels du verre et le type de conditionneur requis, exposant le rôle des centres de tri dans la chaîne du recyclage.

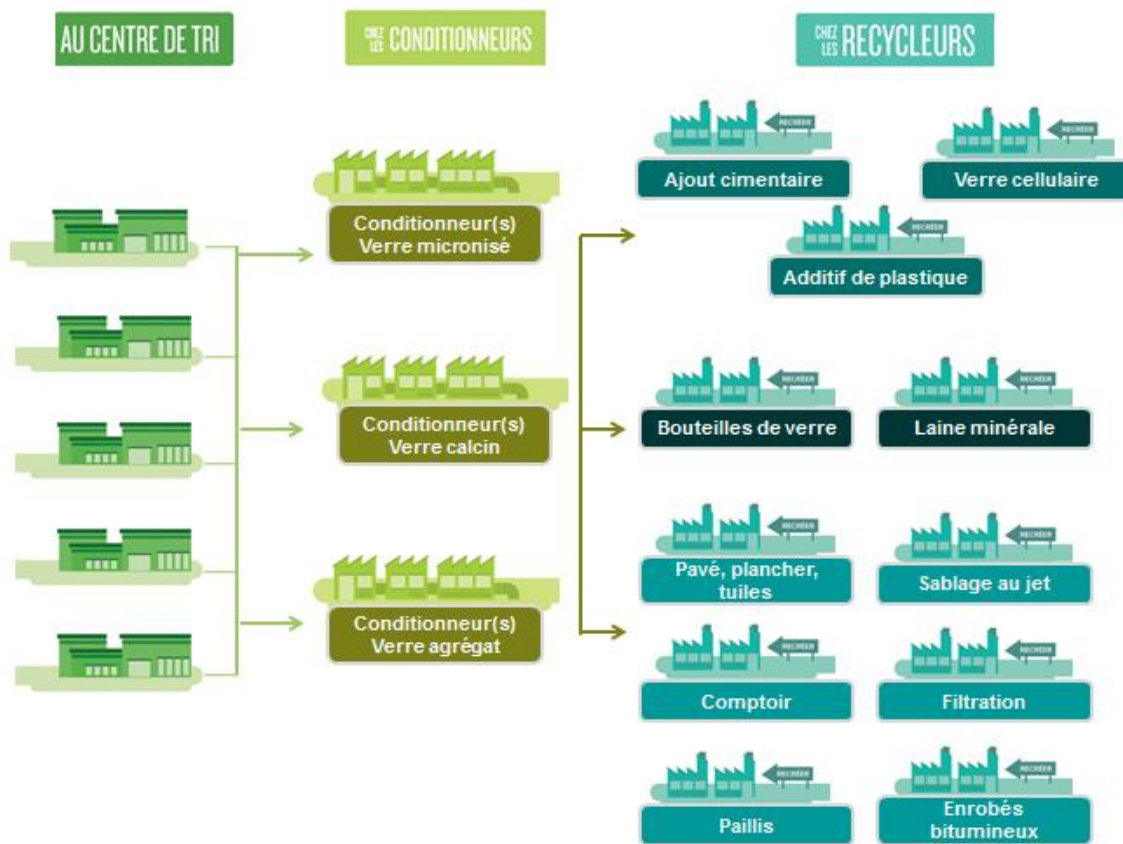


Figure 4 – Représentation schématique des centres de tri, des conditionneurs et des recycleurs

Les travaux de conception ont donc été concentrés sur les équipements clés présentés dans le tableau ci-dessous, puisqu'il était anticipé que leur combinaison permettrait d'atteindre le taux de pureté souhaité.

Tableau 5 – Équipements clés installés dans les projets pilotes

Équipement	Description	Provenance
Tamis de type Flip Flow	Séparation granulométrique	Australie
Imploseur	Réduction de la taille du verre	Royaume-Uni
Zig Zag	Retrait des matières légères	Allemagne
Air Lift Channel Feeder (ALCF)	Retrait des matières légères	Royaume-Uni

Contrat avec l'équipementier Machinex

Un processus de conception et d'ingénierie, d'une durée de neuf mois, a été réalisé par ÉEQ en collaboration avec l'équipementier Machinex et son partenaire Krysteline, le fournisseur des quatre équipements clés présentés au tableau 5. C'est suite à ce processus qu'un contrat relatif à l'achat, à l'installation et à la mise en service des équipements du Plan a été signé en septembre 2016 avec Machinex. Ce dernier était responsable de l'intégration et de l'installation de tous les équipements. Ce type de contrat était une première en Amérique du Nord, puisqu'il jetait les bases d'une collaboration tripartite impliquant les centres de tri, ÉEQ et Machinex. Le contrat prévoyait notamment des engagements de garanties couvrant entièrement la période d'expérimentation, des visites d'inspection, les modalités du support technique ainsi que la formation et la liste de pièces de rechange. L'ingénierie détaillée et la fabrication des équipements ont été réalisées de septembre 2016 à janvier 2017.

Les diagrammes qui suivent présentent le procédé de tri et de traitement du verre de chacun des cinq projets pilotes.

3.2.1. **Projet pilote de petite capacité : Centre de tri de la Régie intermunicipale de traitement des matières résiduelles de la Gaspésie, Grande-Rivière**

La conception du système de traitement du verre de la Régie intermunicipale de traitement des matières résiduelles de la Gaspésie (RITMRG) est basée sur un usage local du verre, notamment pour une utilisation dans la construction d'infrastructures routières ou de sentiers, ou encore pour un usage en horticulture. Comme les équipements sont installés dans un bâtiment distinct, l'intégration d'une trémie d'alimentation est requise. La présence de cette trémie permet à la RITMRG de traiter le verre déjà passé par les équipements, et peut ainsi réduire la granulométrie du verre plus d'une fois si telle est la demande des marchés.

Dans le cadre de ce projet, la RITMRG a notamment pu compter sur le soutien financier complémentaire de RECYC-QUÉBEC afin de construire le bâtiment accueillant le système de traitement du verre de même que pour acquérir un équipement d'aspiration des fibres contenues dans le verre.

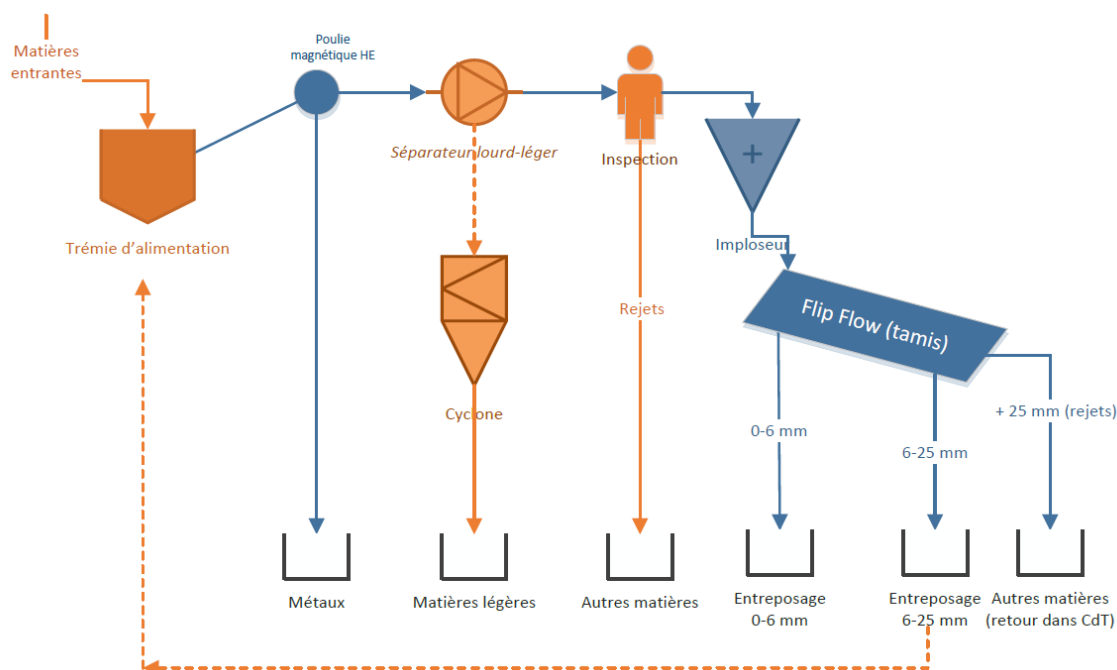


Figure 5 – Schéma du procédé des équipements du projet pilote de la RITMRG (Grande-Rivière)

3.2.2. Projets pilotes de moyenne capacité : Centre de tri de Récupération Frontenac (Thetford Mines) et de EBI Environnement (St-Paul)

La conception des systèmes de traitement du verre des centres de tri de moyenne capacité est basée sur une volonté d'offrir la polyvalence requise pour produire du verre correspondant aux exigences des marchés. Ainsi, grâce aux équipements en place, les centres de tri de moyenne capacité peuvent opter pour une production maximale de verre fin ou de verre de grande granulométrie en modifiant certains paramètres des équipements.

Ces deux projets pilotes sont dotés d'un convoyeur bidirectionnel avant le système de traitement du verre afin de leur permettre de détourner du verre en cas de bris ou d'arrêt des opérations. Ce système de contournement s'avère également utile lorsque le verre entrant est très contaminé et que son tri se révèle difficile, que ce soit en raison de la présence importante de neige, de matières organiques ou encore de papier déchiqueté. De plus, chez EBI Environnement, un second équipement de contournement a été positionné avant l'imposeur, ce qui lui permet de trier et de traiter le verre sans l'imposer, selon les demandes des marchés.

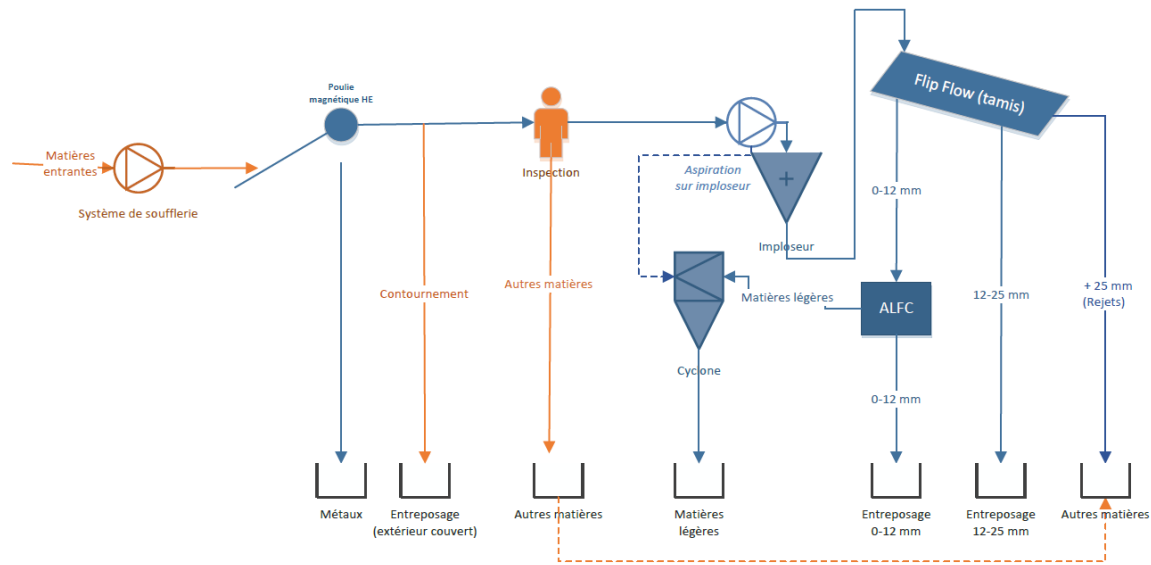


Figure 6 – Schéma du procédé des équipements du projet pilote de Récupération Frontenac (Thetford Mines)

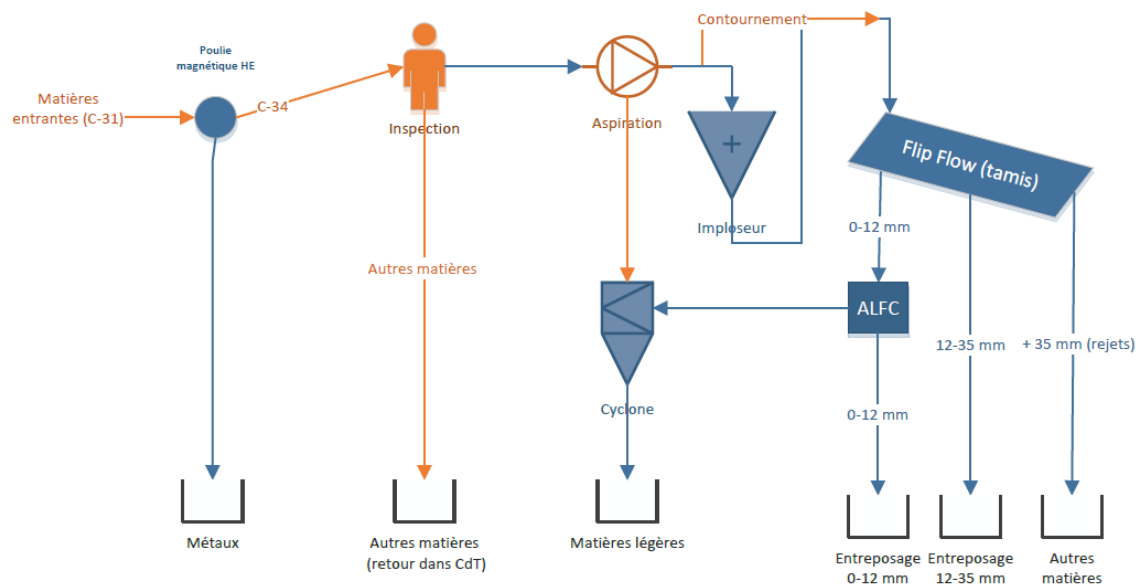


Figure 7 – Schéma du procédé des équipements du projet pilote de EBI Environnement (Saint-Paul)

3.2.3. Projets pilotes de grande capacité : Centre de tri de Québec (Québec) et Tricentris (Terrebonne)

Les deux systèmes du Centre de tri de Québec et de Tricentris sont identiques, sauf en ce qui a trait à leur système d'alimentation :

- Le système du Centre de tri de la Ville de Québec, opéré Société V.I.A, est localisé dans un bâtiment attenant au centre de tri. Le chargement du verre s'opère à l'aide d'une trémie d'alimentation extérieure;
- Le système de Tricentris ne dispose pas d'une trémie d'alimentation. Le verre provient directement du centre de tri, et son alimentation est en continu.

La suite du traitement du verre est identique pour les deux systèmes. Dans un premier temps, le verre entrant est tamisé, ce qui permet de séparer le verre fin, soit celui de moins de 12 millimètres, qui est ensuite dirigé vers un système de nettoyage, puis vers une réserve. Les matières de plus de 50 millimètres sont également retirées par le tamis et dirigées vers la réserve appropriée. Le reste du verre fait l'objet d'un contrôle de la qualité avant le retrait des contaminants légers à l'aide d'un système d'aspiration. L'opérateur dispose ensuite du choix d'implorer le verre ou de le laisser à sa forme actuelle. Dans ce dernier cas, le verre sera directement dirigé vers la réserve. Si le verre est imploré, il sera tamisé à nouveau, puis nettoyé de ses contaminants légers avant d'être transféré dans une réserve.

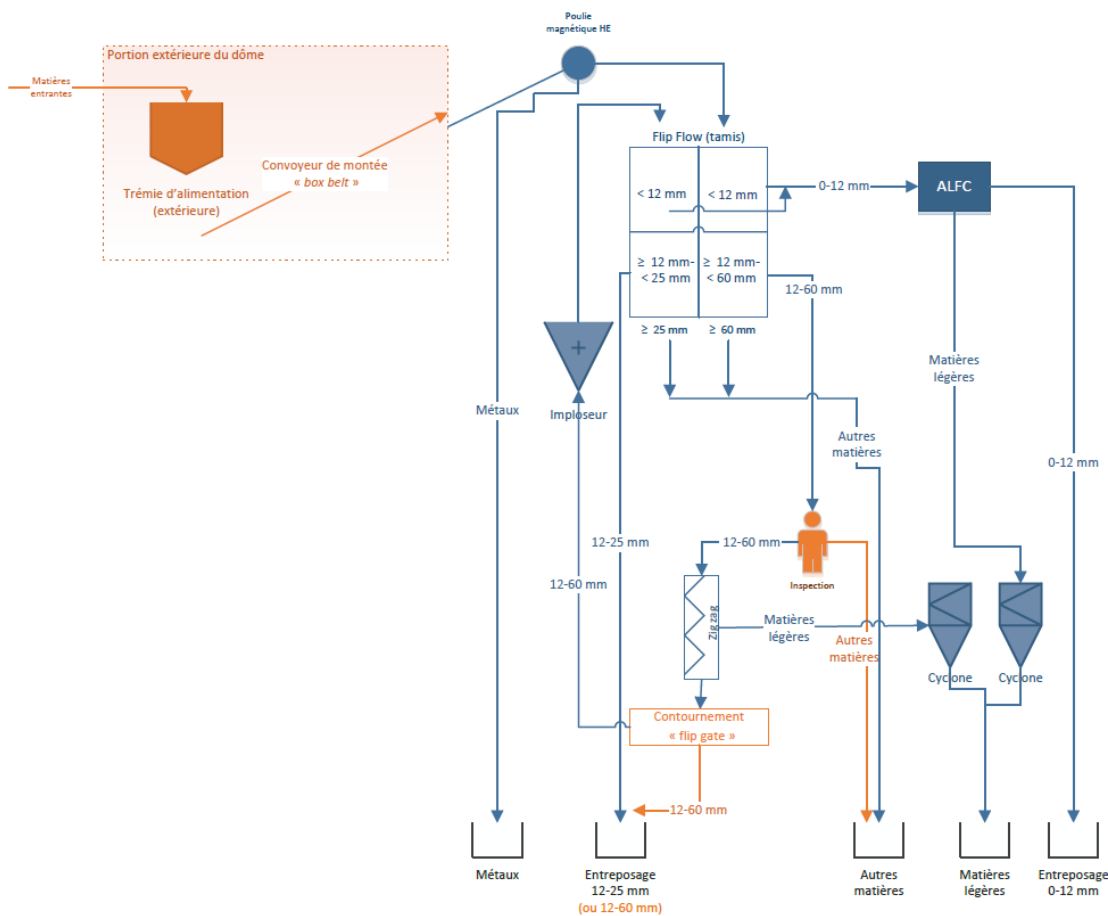
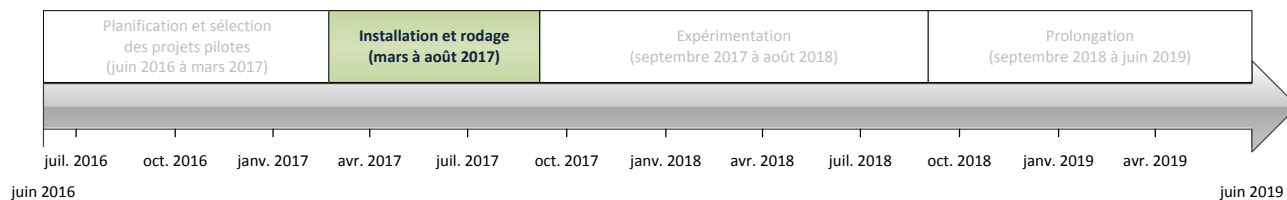


Figure 8 – Schéma du procédé des équipements du projet pilote du centre de tri de Québec, Québec

3.3. Périodes d'installation et de rodage : mars à août 2017



Machinex a procédé à la livraison des équipements au cours des mois de février et de mars 2017. L'installation de l'ensemble des équipements a commencé au début du mois de mars 2017 avec le centre de tri de la RITMRG à Grande-Rivière. Conformément à un échéancier de travail rigoureux, les équipes d'installation se sont ensuite déplacées au centre de tri de Récupération Frontenac (Thetford Mines), puis à ceux de la Ville de Québec (Centre de tri de Québec) et au centre de tri de Tricentris (Terrebonne), pour finalement conclure le démarrage du système du centre de tri de EBI Environnement (St-Paul) à la fin du mois d'avril 2017.

L'un des aspects les plus novateurs du Plan était de réunir en un même système des équipements performants qui n'avaient jamais été intégrés ensemble auparavant. Ce faisant, la période d'installation et de rodage, d'une durée de six mois, a nécessité de nombreux ajustements en raison de l'hétérogénéité des matières entrantes et de la performance des équipements. Ces ajustements ont permis de bien synchroniser le fonctionnement du système.

Durant la période de rodage, certains équipements ont nécessité des modifications importantes afin d'atteindre les critères de performance prévus au contrat. Ces modifications ont été apportées au cours de l'été et de l'automne 2017. Des travaux importants ont été réalisés sur le tamis Flip Flow et l'imploseur, qui ont nécessité de nombreuses modifications et améliorations afin de permettre une séparation adéquate du verre de la collecte sélective. Outre l'apport financier nécessaire à ces modifications, ÉEQ a apporté plus de 1 000 heures de soutien technique durant cette seule période de rodage.

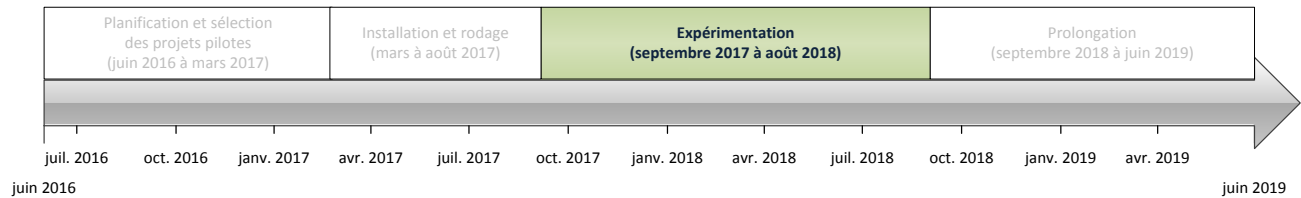
Le programme de formation de ÉEQ

Conformément au plan de gestion, ÉEQ a mis en place un programme de formation sur mesure et adapté au contexte des centres de tri du Québec afin de faciliter l'intégration et l'opération des nouveaux équipements dédiés au traitement du verre. Le tableau qui suit présente les différents volets du programme de formation.

Tableau 6 – Le Programme de formation de ÉEQ

	Période	Durée	Clientèle	Formateur(s)	Sommaire de la formation
Mise en place du programme d'échantillonnage et de caractérisation du verre	Phase de pré-installation	1 jour	Équipe de projet du CDT	ÉEQ	<ul style="list-style-type: none"> • Méthodologie d'échantillonnage • Méthodes de caractérisation • Utilisation et entretien des équipements de caractérisation • Gestion des données et processus de compilation • Interprétation des résultats et prises d'action, etc.
Processus de gestion et de préparation des documents de suivi des projets	Phase de pré-installation	0,5 jour	Équipe de projet du CDT	ÉEQ	<ul style="list-style-type: none"> • Présentation du processus de gestion de l'information et des données entre le centre de tri et ÉEQ • Présentation des formulaires et d'un calendrier de soumission de ceux-ci
Opération, ajustements et entretien des équipements	Phase d'installation	2 jours	Équipe de projet du CDT	ÉEQ et équipementier	<ul style="list-style-type: none"> • Revue des principes d'opération des équipements (séquences, démarrage, arrêts, etc.) • Principes d'ajustement et d'adaptation sur les équipements et leurs effets sur les opérations • Entretien des équipements, incluant un calendrier d'entretien préventif • Principes de résolution de problèmes d'opération des équipements • Gestion des informations liées à l'opération et à l'entretien des équipements • Rappel de la formation sur le programme d'échantillonnage et de caractérisation
Santé et sécurité, communications et modalités de gestion des visites	Phase d'installation	0,5 jour	Équipe de projet du CDT	ÉEQ et équipementier	<ul style="list-style-type: none"> • Principes de santé et de sécurité liés aux opérations • Gestion des communications • Définition des rôles et de la logistique dans le cas d'événements publics

3.4. Accompagnement et soutien aux centres de tri durant la période d'expérimentation : septembre 2017 à août 2018



La période d'expérimentation a débuté le 1^{er} septembre 2017 et s'est échelonnée sur 12 mois. La période charnière fut sans conteste l'hiver 2017. Au cours du mois de décembre 2017, marqué par des températures sous la barre des -30°C , certaines composantes en centres de tri ont été exposées intensivement à la neige, à la glace et au gel. De janvier à mars 2018, des accumulations importantes de neige et de glace sur les convoyeurs et dans les équipements ont été des sources de blocages et de bris. Certains projets pilotes ont dû être opérés occasionnellement en mode de contournement au cours de ces périodes. Dans ces circonstances, des modifications mécaniques ont été apportées à l'imploseur afin de garantir un fonctionnement adéquat. Des ajustements ont également été apportés sur les autres équipements afin de rétablir leur niveau de performance anticipée.

Soutien technique

Au printemps 2018, conscients de l'impact négatif du mélange de neige, de glace et de fibres en centres de tri, des actions ont été déployées afin d'améliorer la séparation des fibres en amont du système de traitement du verre en prévision de l'hiver suivant, notamment par l'ajout de souffleries, par la modification d'autres composantes de l'imploseur et par des ajustements aux cyclones.

Le dernier trimestre du projet pilote d'expérimentation a été l'occasion d'apporter à nouveau des changements de réglages, de modifier des équipements et de réaliser des analyses de performance sur ces derniers. L'équipe de ÉEQ a été partie prenante de ces projets d'amélioration et de recherche de solutions, en collaborant avec les équipementiers, les experts et les centres de tri participants.

Globalement, au-delà de 150 visites techniques ont été réalisées auprès des projets pilotes au cours des périodes d'expérimentation. Ces interventions avaient pour but de compiler des observations, d'identifier les enjeux rencontrés, de mettre en œuvre des solutions et d'apporter des modifications techniques aux équipements. Lors de ces visites, une attention particulière était attribuée au perfectionnement de la main-d'œuvre, au suivi des activités d'échantillonnage et de caractérisation du verre, à la qualité de l'entretien et de la maintenance des équipements et, finalement, à la compilation des indicateurs de performance par le personnel du centre de tri.

Ainsi, durant la période d'expérimentation, de nombreux ajustements, modifications d'équipements ou encore des tests ont été réalisés, le tout représentant plus de 4 000 heures d'expertise et de soutien aux centres de tri.

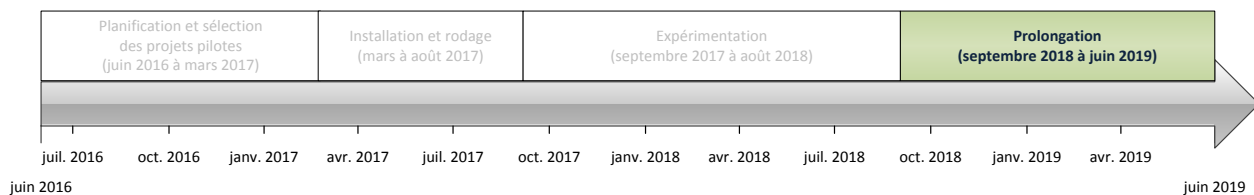
Forums des centres de tri

Cinq forums ont été organisés par ÉEQ durant la période d'expérimentation, regroupant les gestionnaires des cinq centres de tri. Trois de ces forums se sont tenus sur le site d'un des centres de tri participant, ce qui a permis de visiter les installations et de mieux en saisir ses particularités. Ces rencontres étaient l'occasion d'échanger sur le déroulement et sur les résultats des projets pilotes, ainsi que sur les enjeux opérationnels liés au traitement du verre, tels que :

- La présence excessive de certains contaminants, tels que la neige, la glace et le papier décheté, et les moyens déployés pour en limiter les impacts;
- La formation du personnel;
- L'entretien, la maintenance et la gestion des pièces de rechange;
- La qualité et la mise en marché du verre;
- La gestion des rejets du système;
- L'innovation et l'amélioration des procédés.

Une rencontre technique plus spécifique, réunissant les gestionnaires de maintenance des projets pilotes et des représentants de l'équipe technique de ÉEQ et de Machinex, a été organisée. Elle s'est avérée être une plate-forme efficace pour perfectionner les connaissances, partager des réflexions, nouer des contacts et tirer des leçons de l'expérience de chacun. Depuis, les communications entre les centres de tri sont récurrentes et dépassent désormais le contexte de la gestion du verre, notamment en raison de la crise du recyclage.

3.5. Fin de la période d'expérimentation des projets pilotes en centres de tri : septembre 2018 à juin 2019



Contrat de transfert de propriété aux centres de tri

La période d'expérimentation s'est terminée le 31 août 2018. Conformément aux modalités de l'entente contractuelle entre ÉEQ et les centres de tri, ces derniers pouvaient se prévaloir de la possibilité de conserver les équipements. Les gestionnaires des cinq centres de tri ont unanimement accepté de devenir propriétaires des équipements. ÉEQ a donc officiellement entériné le don de ces derniers par une entente contractuelle, en leur transférant la propriété au début de septembre 2018.

Poursuite du soutien technique et financier

Conscient des défis liés à l'opération des équipements en période hivernale, ÉEQ souhaitait apporter certaines modifications aux équipements au cours de 2019. À cet effet, ÉEQ a prolongé le soutien à la participation par tonne triée aux centres de tri des projets pilotes, et ce, jusqu'au 30 juin 2019. Au cours de cette période, ÉEQ collaborera avec les centres de tri afin d'identifier des solutions techniques aux problèmes générés par la présence de fibres, de neige, de glace et d'humidité. Des

études techniques de même que l'intégration d'équipements complémentaires sont prévues. Des actions concernant le développement des marchés pour le verre des projets pilotes seront également maintenues afin de diversifier les opportunités de recyclage. Dans un contexte de fermeture du marché asiatique, la prolongation du soutien à la participation est fortement appréciée par les centres de tri. Les conditions du versement du soutien à la participation demeurent les mêmes que lors des périodes de rodage et d'expérimentation. Ainsi, seul le verre trié et vendu à un conditionneur ou à un recycleur est éligible à une contribution de 28 \$ par tonne. Aucune compensation n'a été accordée pour le verre acheminé en LET pour être utilisé comme matériau alternatif de recouvrement journalier ou de fondation routière.

3.6. Indicateurs de performance

ÉEQ a déterminé cinq (5) indicateurs permettant de mesurer la performance des projets pilotes d'expérimentation :

1. Taux de pureté du verre de granulométrie fine (%);
2. Taux de pureté du verre de grande granulométrie (%);
3. Tonnage de verre produit mensuellement (tonnes par mois);
4. Taux de recyclage du verre (% de verre expédié à des fins de recyclage par rapport au verre traité dans les projets pilotes);
5. Prix de vente du verre traité (\$ par tonne).

3.6.1. Taux de pureté du verre de granulométrie fine (%)

Un taux de pureté maximal de 99,85 %

Les résultats de caractérisation des échantillons de verre de petite granulométrie ont été compilés du 1^{er} septembre 2017 au 30 août 2018, couvrant ainsi la période d'expérimentation. Pour les cinq projets pilotes, un taux maximal de pureté du verre de 99,85 % a été enregistré pour cette fraction, ce qui constitue pour le Québec une première en centre de tri. Le graphique qui suit présente la composition du verre sortant de fine granulométrie. Il est à noter que les infusibles (céramique, brique, porcelaine, etc.) sont inclus dans la catégorie « verre ». Ceux-ci sont des matières tolérées par les conditionneurs et certains recycleurs.

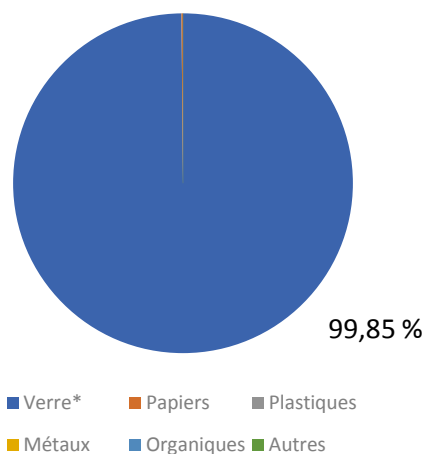


Figure 10 – Taux de pureté maximal du verre sortant de fine granulométrie

Un taux de pureté moyen de 98,8 %

Sur les 127 échantillons de verre de fine granulométrie résultant des 12 mois de caractérisation, un taux de pureté moyen de 98,8 % a été obtenu.

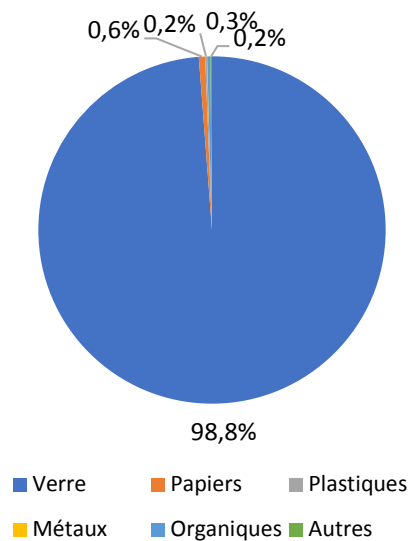


Figure 11 – Taux de pureté moyen du verre sortant de granulométrie fine

3.6.2. Taux de pureté du verre de grande granulométrie (%)

Un taux de pureté maximal de 99,4 %

Les résultats des 103 échantillons de verre de grande granulométrie ont été compilés et analysés durant la période d'expérimentation. Les projets pilotes produisent du verre de grande granulométrie de qualité avec un taux de pureté maximal atteignant 99,4 %, tel que le démontre l'indicateur du taux de pureté maximal résultant des 12 mois de caractérisation.

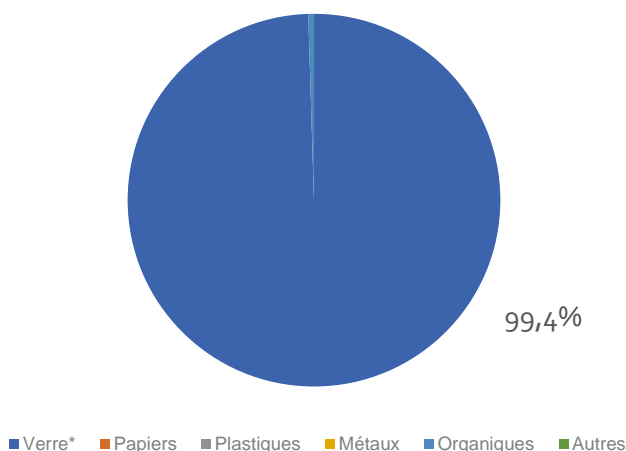


Figure 12 – Taux de pureté maximal du verre sortant de grande granulométrie

Un taux de pureté moyen de 88,6 %

Un taux moyen de pureté du verre de 88,6 % a été enregistré pour cette fraction. Ce résultat s'explique par le type d'équipements qui favorise la production d'un verre de petite granulométrie, réduisant ainsi la proportion produite du verre de grande granulométrie produit.

Il est important de mentionner que seuls les systèmes de tri et de traitement du verre des projets pilotes de grande capacité sont dotés d'un équipement d'aspiration à la sortie du verre de grande granulométrie, ce qui leur permet d'obtenir un taux de pureté supérieur (ex : Centre de tri de la Ville de Québec à 93,2 %). Il est à noter que ce taux de pureté moyen serait supérieur si les systèmes des projets pilotes de petite et de moyenne capacité étaient également dotés de ces équipements d'aspiration.

Le graphique qui suit présente la composition moyenne du verre sortant de grande granulométrie.

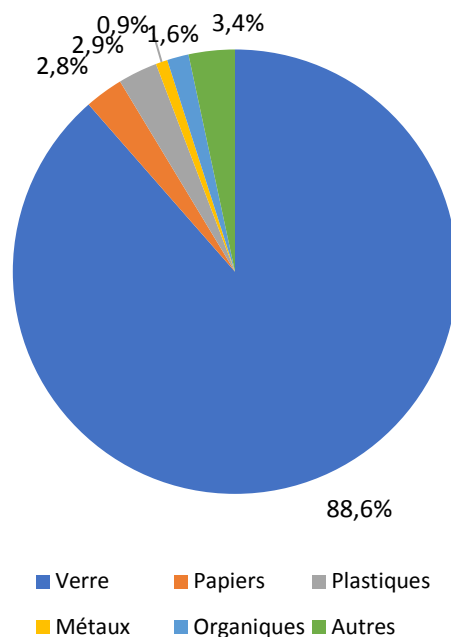


Figure 13 – Composition moyenne du verre sortant de grande granulométrie

3.6.3. Tonnage de verre traité mensuellement (tonnes par mois)

Les quantités de verre traité dans les projets pilotes durant la période d'expérimentation ont été compilées à partir de bons de pesée fournis par les centres de tri en vertu de notre entente contractuelle. Ces données sont reportées sur une moyenne mensuelle dans le tableau ci-dessous. Ainsi, la capacité des équipements installés dans les cinq centres de tri et les conditions d'opération ont permis de traiter approximativement 23 000 tonnes de verre.

Tableau 7 – Production de verre mensuelle (1^{er} septembre 2017 au 30 août 2018)

Centre de tri	Tonnage de verre traité par les équipements	Tonnage de verre traité par les équipements mensuellement
RITMRG	204	17
Récupération Frontenac	3 144	262
EBI Environnement	3 120	260
Centre de tri de Québec	7 116	593
Tricentris (Terrebonne)	9 312	775
TOTAL	22 896	1 908

3.6.4. Taux de recyclage (%)

À l'exception du verre du projet pilote de Tricentris, à Terrebonne, 100 % du verre des projets pilotes a été recyclé, soit pour l'industrie du jet de sable ou du sable de filtration, la fabrication de laine isolante ou la micronisation en ajout cimentaire. Il est à noter que le verre de la RITMRG a été utilisé dans le cadre de travaux d'infrastructures routières, de même que pour des usages locaux tels le revêtement de sentiers et l'horticulture.

En ce qui concerne Tricentris (Terrebonne), le gestionnaire de projet a dû expédier une certaine quantité de verre traité à des fins de recouvrement journalier et autres utilisations dans un lieu d'enfouissement technique (LET). Cette portion du verre n'a donc pas fait l'objet du soutien financier à la participation de ÉEQ. Cela a fait glisser le taux moyen de recyclage des projets pilotes à 73 %, mais les essais et projets vitrines réalisés durant la période d'expérimentation démontrent que ce taux sera bonifié avec le développement et l'atteinte d'une maturité des marchés.

3.6.5. Prix de vente (\$ par tonne)

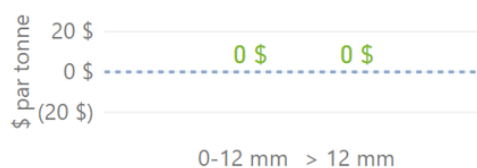
Il est connu que les centres de tri paient entre 19 \$ la tonne (\$/t) et 28 \$/t pour se départir du verre non traité. Dans le cadre des projets pilotes, le prix moyen de vente du verre s'est établi entre 0 \$/t et 10 \$/t. En Gaspésie, le centre de tri de la RITMRG a même pu vendre son verre à un prix de 10 \$/t pour des applications locales. Cela représente un gain économique important et un véritable incitatif à poursuivre la démarche. La faible diversité des marchés a contribué à maintenir une offre supérieure à la demande à court terme. Le développement des marchés et une plus grande concurrence pour le verre demeurent la clé pour une augmentation du prix moyen de vente.

Indicateurs de prix de vente du verre (excluant Gaspésie)

Prix de vente moyen par tonne

0 \$

Prix de vente moyen par granulométrie



Indicateurs de prix de vente du verre (Gaspésie)

Prix de vente moyen par tonne

10 \$

Prix de vente moyen par granulométrie

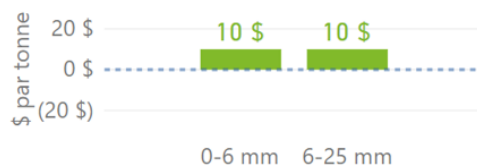


Figure 14 – Indicateurs de prix de vente du verre

4. Projets pilotes d'expérimentation : constats et recommandations

Cette section présente les constats et les enseignements découlant des 15 mois d'expérimentation, ainsi que les recommandations à mettre en œuvre afin de déployer dans l'ensemble des centres de tri du Québec les équipements appropriés pour le traitement et le recyclage de 100 % du verre de la collecte sélective. Ces recommandations sont de quatre natures :

- Équipements de traitement du verre;
- Aspects opérationnels;
- Aspects communicationnels;
- Aspects administratifs.

4.1. Constats et recommandations par équipements installés

Tel que spécifié précédemment, les systèmes de traitement du verre testés durant les projets pilotes sont constitués d'équipements de tamisage, d'aspiration et d'implosion. Des équipements de manutention (convoyeurs, chutes, trémie) et de séparation magnétique (aimant haute densité) font également partie du système de traitement du verre.

La présente section fait état de l'appréciation des équipements clés du système, soit :

1. Le tamis Flip Flow de VibroFlow;
2. Le Zig Zag de Trennso;
3. L'imploseur de Krysteline;
4. Le Air Lift Channel Feeder de Krysteline.



4.1.1. Tamis Flip Flow de VibroFlow

Le tamis « Flip Flow » a pour fonction de séparer le verre en deux granulométries à l'aide de matelas troués. Les objets longs, les cordages ainsi que les fibres et les plastiques de grandes dimensions passent, pour leur part, par-dessus le matelas. Le principe de ce type de tamis combine la flexibilité des matelas en polyuréthane, un mouvement linéaire ainsi qu'un mouvement dans des directions opposées afin de générer l'effet de trampoline.

Dans le cas des projets pilotes, un tamis Flip Flow de l'entreprise australienne VibroFlow a été recommandé par l'entreprise Krysteline. Cependant, dès sa mise en marche, l'équipement a démontré un rendement décevant.

Au terme de six mois de modifications et de tests, l'équipementier Machinex a pu se rapprocher du mouvement souhaité sans pour autant atteindre le niveau de performance attendu. Les résultats de caractérisation du verre issu de la fraction de grosse granulométrie ont démontré qu'elle contenait 50 % de verre qui aurait dû se retrouver dans la fraction de petite granulométrie. Cette mauvaise séparation a généré une usure prématurée importante des équipements subséquents. De plus, la projection de verre à l'extérieur du Flip Flow a été dénotée, entre autres parce que ce dernier ne possède pas de couvercle de protection. Beaucoup de temps et d'efforts ont été nécessaires afin d'atteindre un rendement minimal du tamis Flip Flow. Pour ces raisons, ÉEQ a opté pour l'expérimentation d'autres fournisseurs de Flip Flow.

Ainsi, à l'automne 2017, des essais ont été réalisés auprès de trois autres équipementiers, soit Spaleck, IFE et Bivitec. Un protocole a été élaboré et rigoureusement suivi afin de mener des tests de performance. Les tamis des manufacturiers Spaleck et Bivitec, malgré des différences de conception, ont présenté de meilleures performances : le tamisage était plus précis, car peu de verre fin a été trouvé dans le verre de plus grosse granulométrie. Dans le cas du tamis Bivitec, aussi peu que 2 % de verre fin était comptabilisé dans la grosse fraction, comparativement à un pourcentage de 50 % à 70 % avec le tamis actuel de marque VibroFlow. Des résultats similaires ont été obtenus pour le tamis de Spaleck, démontrant la présence d'aussi peu que 3 % de verre fin dans le verre grossier.

Ces essais ont permis de déterminer quatre critères de sélection pour l'acquisition future d'un tamis de type Flip Flow :

1. L'installation de couvercles sur les équipements est essentielle afin de contenir le verre à l'intérieur du Flip Flow;
2. L'ajout d'une composante spécifique sur le tamis est recommandé afin de déloger les feuilles et les autres matières plates, et de permettre au verre de migrer adéquatement vers les ouvertures;
3. La conception du mécanisme de fixation des matelas doit permettre un changement simple et rapide de ces derniers;
4. L'efficacité de tamisage est étroitement liée à la superficie disponible. Des tamis Flip Flow disposant d'un minimum de 12 matelas sont à retenir.

Recommandation concernant le tamis de type Flip Flow

Un tamis de type Flip Flow est un équipement essentiel en centre de tri pour séparer le verre en différentes fractions, tout en permettant de retirer les matières indésirables. Les tamis Flip Flow de marques Spaleck ou Bivitec ont démontré un niveau de performance supérieur aux autres marques testées, et devraient être installés dans les centres de tri.

4.1.2. Le Zig Zag de Trenso



Le Zig Zag est l'équipement se détachant du lot de par sa performance. Constitué d'une chute en cascades, d'un ventilateur pour l'apport d'air et d'un cyclone pour la décantation des matières aspirées, le Zig Zag est simple à opérer et à entretenir. Il est notamment efficace pour le captage de plastiques légers et de fibres. Même lorsque les matières étaient humides, cet équipement a démontré un niveau de performance adéquat. Les centres de tri de grande capacité, équipés d'un Zig Zag, ont permis d'atteindre un taux de pureté de 4 % à 10 % supérieur par rapport aux centres de tri de moyenne capacité non équipés d'un Zig Zag. Le Zig Zag résiste bien à l'abrasion.

Recommandation concernant le Zig Zag

Le Zig Zag de Trenso s'est avéré très efficace pour éliminer les matières indésirables, et devrait être installé dans les centres de tri en raison de sa performance.

4.1.3. Imploseur de Krysteline



L'imploseur est un équipement de réduction de la taille du verre par projection à l'aide d'un rotor, tout en laissant intacts les étiquettes, les collets et les autres contaminants, ce qui facilite leur retrait.

L'imploseur est un équipement performant lorsque l'on souhaite produire du verre de granulométrie fine. L'implosion du verre permet une bonne séparation des contaminants, tels que les étiquettes et les collets, qui peuvent être ensuite plus facilement éliminés par aspiration. Il est bien adapté pour les centres de tri de petite capacité qui souhaitent produire une granulométrie fine pour les marchés locaux. De plus, l'opérateur peut contrôler la granulométrie du verre en modifiant la vitesse de rotation du rotor.

Cependant, l'imploseur a démontré une performance variable selon les centres de tri. Il nécessite un haut niveau de maintenance et est très fragile, notamment en présence de pièces de métal denses. En effet, une pièce de métal à elle seule peut endommager plusieurs composantes de l'imploseur. L'accumulation de fibres dans la chambre d'implosion ou la présence de neige sont également des facteurs menant à des bris de cet équipement, observés tout au long de la période d'expérimentation. L'obligation de maintenir un trieur en amont du système afin de retirer toute pièce non conforme susceptible d'endommager l'imploseur représente un coût additionnel que les centres de tri doivent considérer. Les bris récurrents d'un des modèles de l'imploseur ont amené l'équipementier à procéder à de nombreuses modifications du mécanisme d'éjection afin de le rendre plus résistant. En plus d'être dispendieux, l'approvisionnement des pièces de rechange ne peut être fait localement. En dépit d'une longue période d'apprentissage de son fonctionnement, les opérateurs et les employés de maintenance considèrent qu'ils ne maîtrisent pas encore pleinement le bon fonctionnement de cet équipement dans le contexte de la collecte sélective au Québec.

Recommandations concernant l'implosion

L'implosion du verre s'avère appropriée pour les centres de tri en régions éloignées, car les marchés locaux demandent une granulométrie fine.

Cependant, il est impératif de s'assurer que l'équipementier dispose de toutes les pièces de rechange sur le territoire nord-américain, et qu'il est en mesure de les faire parvenir aux centres de tri dans un court délai.

4.1.4. Air Lift Channel Feeder de Krysteline



Le Air Lift Channel Feeder (ALCF) est un système d'aspiration des matières légères pour nettoyer le verre de petite granulométrie. Composé d'une table vibrante et de hottes d'aspiration, il requiert une distribution uniforme et constante du verre passant sous les buses d'aspiration pour être efficace. Ce n'est malheureusement pas le cas en centre de tri, car le débit est souvent irrégulier et la quantité de verre peut varier considérablement, voire même doubler sur une courte période. Cet équipement pourrait être doté d'un détecteur de niveau afin de contrôler les débordements et d'éviter les débordements trop fréquents. L'ALCF ne dispose pas de paramètres de réglage automatisés de réglage permettant un rendement uniforme. Les ALCF des projets pilotes auraient bénéficié d'une conception différente, car ils n'ont pas la longueur requise pour une migration complète des matières fines vers la surface.

L'ajout de plaques chauffantes a été proposé par le manufacturier afin de limiter la formation de glace, ce qui s'est avéré efficace. Cependant, la chaleur des plaques engendre la formation d'une pâte fibreuse (fibres, eau, terre et autres agrégats), nécessitant ainsi un nettoyage fréquent en période hivernale. Des problèmes d'étanchéité de la boîte de jonction et de connexion des plaques avec la table vibrante ont causé des arrêts et ont nécessité l'intervention de l'équipementier. La conception du système de plaques chauffantes devrait être revue afin d'en assurer l'étanchéité.

Recommandation concernant le ALCF

Nous recommandons de remplacer le ALCF par un système d'aspiration Zig Zag, car celui-ci – bien que plus coûteux – a une performance supérieure.

4.2. Fluctuations du débit de verre

La fluctuation du débit de matières entrantes en centre de tri est un phénomène usuel. L'entreposage et la manipulation du verre sur l'aire de réception fait en sorte que le verre a tendance à se retrouver dans le bas de l'amoncellement des matières entrantes. Ce mode opératoire contribue à la fluctuation du tonnage de verre à l'entrée du système de traitement, pouvant entraîner les situations suivantes :

- Blocages et débordements;
- Mauvais rendement des équipements de séparation;
- Convoyeurs obstrués;
- Bris et usure prématurée des équipements.

À la lumière de ces observations, il est souhaitable de rechercher un débit constant des matières entrantes dans le système de traitement du verre. Par exemple, il est possible d'ajouter une trémie d'alimentation ou un tamis de type Flip Flow surdimensionné par rapport au débit moyen entrant, ce qui permet de gérer les surcharges.

Recommandation concernant les fluctuations du débit du verre

Les systèmes de traitement du verre doivent être dotés d'équipements en début de ligne permettant d'absorber les variations de débit.

4.3. Entretien et maintenance des équipements

Un lien direct entre la maintenance des équipements et la performance du système de traitement du verre a été constaté par les gestionnaires des centres de tri. Le Plan a été l'opportunité de mettre l'emphase sur certaines activités d'entretien et de maintenance en centres de tri. Grâce aux programmes de maintenance, d'entretien et d'inspection préventive mis en place par ÉEQ et l'équipementier Machinex, les centres de tri sont en mesure de mieux anticiper les bris avant leur occurrence.

Recommandations concernant l'entretien et la maintenance des équipements

Un programme de maintenance préventive pour l'ensemble des équipements des centres de tri doit être mis en place.

En amont du système de verre, des équipements de contrôle de la qualité du verre entrant doivent être installés afin de limiter la présence de contaminants.

Un inventaire suffisant de pièces de rechange doit être maintenu par les équipementiers, et celles-ci doivent être disponibles dans de courts délais.

4.4. Matières indésirables

Le traitement du verre dans les projets pilotes a permis de déterminer les matières indésirables qui avaient un impact sur la qualité du verre produit. Parmi ces contaminants, le papier déchiqueté cause des bourrages occasionnant des arrêts d'opération. Afin de limiter l'impact du papier déchiqueté, ÉEQ a installé des souffleries en amont du système de traitement du verre pour le retirer.

La présence de déchets biomédicaux, notamment les seringues, constitue un autre enjeu de sécurité pour les opérateurs. Ces derniers sont non seulement des matières dangereuses, mais ne devraient jamais se retrouver dans le bac de recyclage.

Les matières indésirables, tels les petits objets non recyclables (pailles, crayons, brosses à dents, pyrex, cailloux, porcelaine, etc.), de même que la présence excessive de papier déchiqueté représentent un défi constant en centres de tri, et plus spécifiquement pour la qualité du verre.

Recommandations concernant les matières indésirables

Des campagnes de sensibilisation locales portant sur l'exclusion des matières non visées du bac de récupération doivent être déployées.

L'instauration de programmes de sensibilisation doit être menée par les municipalités et RECYC-QUÉBEC.

Le verre et le papier déchiqueté doivent être retirés en début de ligne de tri autant que possible.

Des mesures doivent être prises pour éviter que les déchets biomédicaux, tels les seringues, se retrouvent dans le bac de récupération.

Des équipements dédiés au retrait d'objets indésirables, tels que les pailles, les crayons et les brosses à dents, doivent être installés.

4.5. Neige et conditions hivernales

Les difficultés rencontrées en période hivernale ont été causées essentiellement par l'humidité, par les variations du mercure, ainsi que par la présence anormale de neige et de glace en centre de tri.

La collecte des matières recyclables pendant la période hivernale est problématique au Québec. On dénote en effet une concentration importante de neige et de glace collectée et transportée vers les centres de tri, en raison notamment de bacs laissés ouverts ou de neige accumulée sur les couvercles qui n'est pas enlevée par l'opérateur de la collecte. Par exemple, un des centres de tri participant aux projets pilotes a évalué à près de 600 tonnes par hiver la quantité de neige retrouvée sur l'aire de réception de son centre de tri.

Nous avons constaté que, lorsque le taux d'humidité des matières entrantes est élevé, le tri du verre est plus difficile, car les matières fibreuses humides ont tendance à s'agglomérer, rendant leur séparation plus complexe. De plus, on note une augmentation du temps requis pour l'entretien des équipements.

Certains problèmes mécaniques sont survenus lors de variations importantes de températures sur un court laps de temps, ou lorsque la température oscille autour de 0 °C. L'effet de la condensation combiné à des baisses drastiques du mercure et à la présence de matières humides a notamment occasionné le gel de certaines composantes du système de traitement du verre.

Recommandations concernant la neige et les conditions hivernales

Des mesures préventives contre la présence de la neige en centres de tri doivent être déployées par les municipalités auprès des collecteurs. Dans les cas exceptionnels, des mesures d'entreposage temporaire du verre doivent être instaurées.

4.6. Soutien après-vente des équipementiers

Les projets pilotes du Plan ont été une opportunité unique de combiner des équipements qui n'avaient jusqu'alors jamais été implantés et opérés en Amérique du Nord. Un des apprentissages clés de la période d'expérimentation est l'importance d'un bon soutien après-vente de la part du fournisseur d'équipements.

Une réaction rapide à des enjeux de performance ou en cas de bris est primordiale au succès d'un tel projet. Lors de la période d'expérimentation, les centres de tri participant aux projets pilotes ont malheureusement vécu, à certaines reprises, les conséquences de mésententes entre l'équipementier et un de ses fournisseurs quant à la responsabilité de la performance et à la garantie des équipements.

Recommandations concernant le soutien après-vente des équipementiers

Avant la signature d'un contrat d'achat d'équipement, il faut s'assurer :

- qu'un service après-vente est imputable à l'équipementier
- que les conditions de garanties proposées sont suffisantes;
- que les ententes contractuelles de l'équipementier avec ses sous-traitants sont formalisées;
- que la liste des pièces de rechange à garder en inventaire est inscrite au contrat;
- que l'équipementier ou son sous-traitant s'engage à fournir les pièces de rechange dans un court délai (48 heures).

4.7. Synthèse des recommandations relatives aux projets pilotes d'expérimentation

Le tableau ci-dessous présente la synthèse des recommandations. La section 7 de ce bilan détaille la stratégie de déploiement basée sur ces recommandations.

Tableau 8 – Synthèse des recommandations relatives aux projets pilotes d'expérimentation

Recommandation concernant le tamis de type Flip Flow	Les tamis Flip Flow de marques Spaleck ou Bivitec ont démontré un niveau de performance supérieur aux autres marques testées, et devraient être installés dans les centres de tri.
Recommandation concernant le Zig Zag	Le Zig Zag, de Trennso, s'est avéré très efficace pour éliminer les matières indésirables, et devrait être installé dans les centres de tri en raison de sa performance.
Recommandations concernant l'imploseur	L'implosion du verre s'avère appropriée pour les centres de tri en régions éloignées, car les marchés locaux demandent une granulométrie fine. Cependant, il est impératif de s'assurer que l'équipementier dispose de toutes les pièces de rechange sur le territoire nord-américain, et qu'il est en mesure de les faire parvenir aux centres de tri dans un

	court délai.
Recommandation concernant le ALCF	Nous recommandons de substituer le ALCF par un système d'aspiration Zig Zag, car celui-ci – bien que plus coûteux – a une performance supérieure.
Recommandation concernant les fluctuations du débit du verre	Les systèmes de traitement du verre doivent être dotés d'équipements en début de ligne permettant d'absorber les variations de débit.
Recommandations concernant l'entretien et la maintenance des équipements	Un programme de maintenance préventive pour l'ensemble des équipements des centres de tri doit être mis en place. En amont du système de verre, des équipements de contrôle de la qualité du verre entrant doivent être installés afin de limiter la présence de contaminants. Un inventaire suffisant de pièces de rechange doit être maintenu par les équipementiers, et celles-ci doivent être disponibles dans de courts délais.
Recommandations concernant les matières indésirables	Des campagnes de sensibilisation locales portant sur l'exclusion des matières non visées du bac de récupération doivent être déployées. L'instauration de programmes de sensibilisation doit être menée par les municipalités et RECYC-QUÉBEC. Le verre et le papier déchiqueté doivent être retirés en début de ligne de tri autant que possible. Des mesures doivent être prises pour éviter que les déchets biomédicaux, telles les seringues, se retrouvent dans le bac de récupération. Des équipements consacrés au retrait d'objets indésirables, tels que pailles, les crayons et les brosses à dents, doivent être installés.
Recommandations concernant la neige et les conditions hivernales	Des mesures préventives contre la présence de la neige en centres de tri doivent être déployées par les municipalités auprès des collecteurs. Dans les cas exceptionnels, des mesures d'entreposage temporaire du verre doivent être instaurées.
Recommandations concernant le soutien après-vente des équipementiers	Avant la signature d'un contrat d'achat d'équipement, il faut s'assurer : <ul style="list-style-type: none"> • que l'équipementier est imputable quant au service après-vente; • que les conditions de garanties proposées sont suffisantes; • que les ententes contractuelles de l'équipementier avec ses sous-traitants sont formalisées; • que la liste des pièces de rechange à garder en stock est inscrite au contrat; • que l'équipementier ou son sous-traitant s'engage à fournir les pièces de rechange dans un court délai (48 heures).

5. Développement des marchés du verre

Les centres de tri vendent généralement leur verre à des conditionneurs dont le rôle est de le transformer pour qu'ils répondent aux spécifications exigées par les recycleurs. Selon les marchés visés, les spécifications ne sont pas les mêmes, notamment en ce qui concerne la granulométrie ainsi que le type et la quantité de contaminants tolérés.

En 2013, tel que présenté dans la section 2, la fermeture du conditionneur Klareco a laissé le Québec avec une capacité de recyclage du verre de la collecte sélective très limitée. Pratiquement seule l'entreprise Groupe Bellemare était en mesure de traiter une partie du verre généré par les centres de tri. Le verre ainsi traité se destinait au marché des abrasifs et des médias filtrants.

Tricentris, l'initiateur de la production de poudre de verre au Québec à des fins d'ajouts cimentaires, recyclait une partie de son verre à cette fin.

Un troisième conditionneur du Québec, 2M Ressources, alimentait les marchés de la fonte pour la fabrication de bouteilles et de contenants et la fabrication de laine minérale. Selon nos informations, 2M Ressources fournissait ces marchés presque exclusivement à partir de verre consigné en provenance du Québec et des États-Unis.

C'est dans ce contexte que ÉEQ a entrepris de stimuler le développement des marchés du verre recyclé afin d'accroître la demande et en diversifier les marchés. Lors de son lancement, le Plan annonçait la mise en place d'un volet de soutien à la commercialisation des débouchés du verre recyclé.

Ce volet, lancé en mars 2016, visait à couvrir les dépenses de conditionneurs et de recycleurs québécois qui souhaiteraient entreprendre les activités suivantes :

- Tests et prototypage : soit la conception, l'optimisation ou le contrôle de la qualité de produits ou de procédés utilisant du verre de la collecte sélective;
- Certification, accréditation et normalisation : soit les procédures nécessaires à l'obtention d'une accréditation, d'une certification, ou d'une normalisation de produit ou de procédé, incluant les tests et les analyses;
- Plan d'affaires et plan de commercialisation : soit l'élaboration et le développement d'un plan d'affaires, d'un plan de commercialisation ou d'outils spécifiques de mise en marché.

Au terme d'un appel à candidatures, neuf entreprises ont déposé des demandes pour un total de quatorze projets de recyclage du verre. Un comité de sélection a retenu neuf de ces quatorze projets pour la première phase. Les cinq projets non retenus étaient essentiellement des projets en phase de recherche en laboratoire, et donc trop éloignés d'une phase de commercialisation.

La première phase visait à confirmer le potentiel des produits et des projets présentés. Pour ce faire, ÉEQ a élaboré – conjointement avec la firme KPMG – des lignes directrices pour la réalisation d'études de marché. Chaque entreprise devait préparer et fournir une étude de marché pour les produits qu'elle souhaitait éventuellement mettre en marché. À cette fin, ÉEQ accordait un financement maximal de 20 000 \$ pour chaque étude de marché.

L'analyse des résultats des études de marché a démontré la pertinence d'une telle démarche avant de poursuivre le financement de projets de développement de marché. En effet :

- Quatre des neuf projets ont été abandonnés par les entreprises à la lumière des résultats;
- Quatre autres projets ne se sont pas concrétisés, principalement pour des raisons techniques ou économiques;
- Au final, une seule entreprise a finalement mis en place les mesures pour lesquelles elle demandait un soutien financier à ÉEQ.

Cette première démarche de soutien au développement, couplée à l'analyse des différentes études de marché, a permis de tirer les conclusions suivantes :

- Le faible niveau de maturité au Québec du secteur du recyclage du verre;
- L'importance de rassurer les marchés avec des écomatériaux du verre normés et certifiés;
- L'absence de sensibilisation et d'information des bénéficiaires du verre recyclé chez les clientèles-cibles (ministères, municipalités, architectes, ingénieurs, entrepreneurs généraux, etc.);
- La présence d'une seule entreprise pouvant traiter une quantité limitée de verre propre issu des projets pilotes d'expérimentation démontre l'importance de la diversification des conditionneurs et des marchés pour le verre;
- L'émergence de marchés à fort potentiel de croissance qui nécessiteront en outre des investissements pour être développés.

En juin 2017, sur la base de ces constats, ÉEQ a abandonné le format de ce volet de soutien à la commercialisation pour réaffecter les budgets à un plan plus ciblé de développement des marchés.

5.1. Plan d'action du développement des marchés du verre 2017-2019

Les conclusions tirées précédemment ont permis à ÉEQ d'élaborer un plan d'action du développement des marchés, dont l'objectif principal est la diversification pérenne et viable des marchés pour 100 % du verre de la collecte sélective.

Le plan d'action pour le développement des marchés du verre visait à entreprendre les actions suivantes :

- Réalisation de projets vitrines;
- Développement de normes, certifications et mesures de contrôle de la qualité de produits;
- Stimulation du développement des investissements pour les conditionneurs et les recycleurs;
- Sensibilisation des donneurs d'ordres (municipalités, firmes-conseils, industries des infrastructures);
- Développement des relations gouvernementales pour encourager le financement des centres de tri des conditionneurs et des recycleurs.

5.1.1. Projets vitrines

Les projets vitrines visent à démontrer la valeur ajoutée du verre recyclé dans des applications précises et à promouvoir son utilisation auprès des donneurs d'ordre. Les objectifs des projets vitrines sont de :

- Promouvoir des exemples à succès de l'utilisation du verre recyclé;
- Impliquer le secteur municipal comme un des marchés porteurs de ces produits;
- Accélérer le développement des marchés pour les conditionneurs et les recycleurs du Québec.

Les projets suivants ont été réalisés ou sont en cours de réalisation :

1. **Utilisation du verre comme matériel de remblai isolant de canalisation municipale :** Réalisé à Chandler, en Gaspésie, ce projet vitrine vise à mesurer les bénéfices que peut apporter le granulats de verre comme matière isolante d'un point de vue de la résistance aux cycles gel-dégel dans les chaussées, le granulats de verre étant un matériau plus isolant que la pierre calcaire typiquement utilisée en remblai routier.
2. **Utilisation du verre de la collecte sélective dans la production de contenants et de bouteilles :** Réalisé en partenariat avec Owens-Illinois et d'un conditionneur de verre, ce projet vitrine vise à démontrer la faisabilité technique d'utiliser du verre de la collecte sélective pour la fabrication de nouveaux contenants et bouteilles.
3. **Utilisation du verre comme matériel de recouvrement de sentiers :** Pour son parcours nocturne immersif Nova Lumina, à Chandler en Gaspésie, le promoteur du projet, Moment Factory, a utilisé du granulats de verre pour recouvrir un sentier en forêt. Le granulats de verre est utilisé en remplacement du concassé de pierre calcaire, et apporte au sentier un aspect brillant et féérique harmonieux avec la thématique de Nova Lumina.
4. **Utilisation du verre comme média filtrant pour les piscines municipales :** En partenariat avec la Ville de Plessisville, ce projet a comme objectif l'utilisation de verre comme média filtrant en remplacement du sable dans le système de filtration de la future piscine municipale. Ce projet vitrine vise à démontrer la valeur ajoutée du granulats de verre par rapport au sable traditionnel.
5. **Utilisation du verre dans le béton à l'occasion des améliorations locatives des bureaux de ÉEQ :** Dans le cadre de ses améliorations locatives visant une certification LEED, ÉEQ a utilisé plusieurs écomatériaux, dont du verre incrusté dans un plancher de béton ainsi que de la poudre de verre comme ajout cimentaire dans un comptoir en béton.

5.1.2. Normes, certifications et mesures de contrôle de la qualité de produits

Plusieurs produits intégrant du verre de la collecte sélective, tels que les ajouts cimentaires, les médias filtrants ou le verre micronisé pour les additifs, en sont à leurs premières années de commercialisation.

Ce sont souvent des donneurs d'ordre convaincus qui en font la promotion. Par ailleurs, de telles innovations sont souvent difficiles à commercialiser au début. Une résistance au changement de la part de certains maîtres d'œuvre et d'entrepreneurs a été notée lorsque les produits en question ne faisaient pas l'objet d'une norme. Afin de vaincre cette résistance au changement, ÉEQ soutient des démarches de contrôle de la qualité et de développement de normes afin de rassurer les différentes clientèles.

Les objectifs du soutien au développement de normes et de certifications et à la mise en place de mesures de contrôle de la qualité de produits visent à rassurer les donneurs d'ordre et les acteurs industriels sur la qualité et la valeur ajoutée des produits intégrant du verre de la collecte sélective. Les projets suivants ont été réalisés :

1. **Intégration de la poudre de verre comme ajout cimentaire certifié** : Dans le cadre des consultations visant à mettre à jour la norme CSA A3000 (Compendium pour matériaux cimentaires) pour qu'elle intègre la poudre de verre comme un ajout cimentaire autorisé, ÉEQ – à l'instar de Tricentris et de nombreux autres importants partenaires institutionnels et corporatifs – a activement soutenu les démarches du D' Tagnit-Hamou, de l'Université de Sherbrooke, porteur de ce projet. En outre, des appuis auprès des différents donneurs d'ordre ont été sollicités en vue d'être présentés au comité de consultation CSA. Cette norme a été mise à jour avec succès en décembre 2018, et inclut désormais les spécifications à atteindre pour que la poudre de verre recyclé puisse être utilisée comme ajout cimentaire. Cette norme contribuera à rassurer les cimentiers et les donneurs d'ordre.
2. **Test de lavage de verre à échelle industrielle pour la production de verre micronisé** : ÉEQ a collaboré avec une entreprise spécialisée dans la micronisation du verre destiné à des marchés à haute valeur ajoutée, pour démontrer la faisabilité technique d'un procédé innovant de lavage du verre issu des projets pilotes, en vue d'implanter une nouvelle usine au Québec. Dans un premier temps, un prototype, développé et propriété de ÉEQ, a été utilisé pour définir les aspects techniques du lavage du verre, notamment pour les exigences en matière de traitement d'eau résiduelle. Par la suite, 30 tonnes de verre de deux centres de tri participant au projet pilote ont été lavées dans une unité test développée par une entreprise en Angleterre. Les résultats préliminaires relatifs à la pureté du verre sont prometteurs. Les données quantitatives seront disponibles au deuxième trimestre de 2019.

5.1.3. Développement des investissements

La solution pour 100 % du verre de la collecte sélective, soit environ 120 000 tonnes par année, demande des investissements conséquents dans les centres de tri et chez les conditionneurs dans les prochaines années.

Les objectifs du développement des investissements sont de :

- Synchroniser l'offre et la demande de verre à l'horizon 2021;
- Augmenter et diversifier le nombre de conditionneurs de verre au Québec;
- Orienter les conditionneurs et les recycleurs vers les sources d'investissements potentiels au niveau municipal, provincial, fédéral et privé.

Afin de contribuer au développement d'entreprises du secteur, ÉEQ a mandaté un consultant spécialisé afin de dresser la liste des différents fonds d'investissement existants au Québec et au Canada, et les conditions pour accéder à ces fonds. Le projet a été entamé en 2018 et sera complété en 2019.

5.1.4. Sensibilisation des donneurs d'ordre

La plupart des donneurs d'ordre des secteurs rencontrés ne connaissaient pas l'existence des différents produits à base de verre. Le secteur municipal s'avère particulièrement prometteur pour l'utilisation de ces produits dans leurs opérations, notamment dans le département des travaux publics.

Les objectifs de la sensibilisation des donneurs d'ordre sont de :

- Sensibiliser et promouvoir les écomatériaux et promouvoir ces derniers en vue de planches d'essais et de projets vitrines;
- Développer des relations de confiance avec les partenaires, mieux comprendre les besoins, les préoccupations et les standards de l'industrie;
- Promouvoir les écomatériaux à valeur ajoutée intégrant du verre recyclé avec l'aide de spécialistes.

Au cours de la dernière année, ÉEQ a participé à plusieurs congrès, principalement dans le domaine municipal, avec un kiosque didactique mettant en valeur les différentes applications pour le verre recyclé :

- Salon des TEQ (Réseau Environnement), Québec, 13-14 mars 2018;
- Congrès du Conseil de la transformation agroalimentaire du Québec (CTAQ), Gatineau, 26 mars 2018;
- Assises de l'Union des municipalités du Québec (UMQ), Gatineau, 16-18 mai 2018;
- Congrès de l'Association des directeurs généraux des municipalités du Québec (ADGMQ), Rimouski, 6-8 juin 2018;
- Congrès de l'Association des directeurs municipaux du Québec (ADMQ), Québec, 13-14 juin 2018;
- Colloque de l'Association des travaux publics Amériques (directeurs municipaux), Saint-Sauveur, 5-6 septembre 2018;
- Congrès de la Fédération québécoise des municipalités (FQM), Montréal, 20-21 septembre 2018;
- PAC to the Future II (industrie emballage), Montréal, 26-27 septembre 2018;
- Forum des grandes villes organisé par ÉEQ, Québec, 1^{er} et 2 novembre 2018;
- Colloque sur la gestion des matières résiduelles (Réseau Environnement), Saint-Hyacinthe, 7-8 novembre 2018.

Le plan de développement des marchés a également été l'occasion de rencontrer de nombreux donneurs d'ordre. Notamment, en marge des démarches pour la certification CSA pour la poudre de verre comme ajout cimentaire, l'équipe de ÉEQ est intervenue auprès des membres du comité CSA, de l'Association Béton Québec, du Bureau de normalisation du Québec ainsi que du ministère du Transport du Québec. Ces interventions ont permis de faciliter l'adoption de la norme sur la poudre de verre après cinq ans de travaux techniques menés par la Chaire SAQ de valorisation du verre dans les matériaux de l'Université de Sherbrooke.

5.1.5. Relations gouvernementales

Les relations gouvernementales visent à stimuler les investissements dans ce secteur, et à échanger sur les différents enjeux qui existent pour le plein développement du potentiel de recyclage.

Les objectifs sont les suivants :

- Sensibiliser les élus et susciter l'adhésion des autorités gouvernementales au Plan et aux freins légaux et réglementaires en innovation de la valorisation des matières résiduelles;
- Déterminer les occasions favorables, tirer profit des programmes et des politiques en innovation et en infrastructures vertes existantes auprès des trois paliers gouvernementaux;
- Favoriser le financement public auprès des conditionneurs et des recycleurs (nouveaux programmes).

ÉEQ a déposé un mémoire sur l'utilisation du verre recyclé dans les infrastructures routières dans le cadre des consultations sur la réglementation relative à la *Loi sur la qualité de l'environnement* (LQE).

En particulier, ÉEQ a commenté le *Projet de règlement relatif à l'autorisation ministérielle et à la déclaration de conformité en matière environnementale* qui propose de classer les divers projets selon quatre niveaux de risque environnemental, déterminant par la suite les autorisations environnementales à demander au gouvernement. L'utilisation du verre recyclé dans les ouvrages routiers serait assujettie à une autorisation ministérielle alors même qu'elle respecte les lignes directrices du *Guide de valorisation des matières résiduelles inorganiques non dangereuses de source industrielle comme matériau de construction*, publié en 2002 par le MELCC. Dans ce contexte, ÉEQ a suggéré dans son mémoire que le verre recyclé utilisé dans les chaussées serait assujetti, non pas à une autorisation ministérielle, mais plutôt à une déclaration de conformité, de par son risque faible pour l'environnement. Cette classification faciliterait grandement le travail des municipalités qui souhaitent utiliser le verre dans cette application.

Des efforts de relations gouvernementales et institutionnelles ont aussi été déployés dans les dossiers suivants :

- Recherche pour l'obtention d'une certification pour la poudre de verre;
- Détermination des normes applicables en vertu du Code du bâtiment;
- Détermination des occasions favorables de projets vitrines dans les municipalités.

Plusieurs rencontres et échanges ont été tenus à cet égard avec le Ministère des Transports du Québec et son Laboratoire des chaussées, l'École de technologie supérieure, le Centre de recherche industrielle du Québec (CRIQ) et le Bureau des normes du Québec, pour ne citer que ceux-ci.

6. Développement des marchés du verre : constats et recommandations

Les projets pilotes ont été une opportunité d'échanger avec des conditionneurs et des recycleurs, tant au Québec qu'à l'extérieur de la province, et de comprendre leurs exigences concernant le verre acheminé à leurs usines, notamment en matière de granulométrie et de pureté du verre. Ainsi, au terme de tests, de modifications des équipements et de nombreuses discussions, il a été possible de produire du verre répondant à leurs critères.

Cette section présente le bilan de la recherche et des expérimentations liées au marché du verre de la collecte sélective, les constats qui peuvent être tirés, ainsi que les recommandations à mettre en

œuvre afin de permettre le recyclage de 100 % du verre de la collecte sélective dans des marchés diversifiés et pérennes.

6.1. Situation actuelle des marchés du verre

Au Québec, il y a un conditionneur principal en mesure de conditionner et de recycler le verre de la collecte sélective, de même que deux autres entreprises aux capacités de traitement plus limitées.

Ainsi, les marchés actuels sont :

- Abrasif et média filtrant (marché principal);
- Laine minérale;
- Ajout cimentaire.

Toutefois, ces trois conditionneurs ne sont pas en mesure présentement de traiter l'ensemble des 120 000 tonnes de verre de la collecte sélective, car :

- Le marché des abrasifs est en voie d'atteindre un plafond (autour de 30 000 tonnes par année) et ne devrait pas croître de façon significative dans les prochaines années;
- Il n'y a pas d'usine de fabrication de laine minérale au Québec (les usines sont plutôt aux États-Unis et en Ontario). De plus, il est sensible aux fluctuations du secteur de la construction;
- Le marché des ajouts cimentaires n'en est qu'à ses débuts et la capacité de production est limitée.

Recommandation concernant la situation actuelle des marchés du verre

Pour atteindre 100 % de recyclage du verre de la collecte sélective, la priorité doit être accordée à la diversification des marchés.

6.2. Taille du verre souhaitée par les conditionneurs

Tout au long de la période d'expérimentation, une trentaine de tests ont été réalisés auprès de différents conditionneurs et recycleurs. Ces tests ont porté sur des échantillons allant de quelques kilogrammes à plusieurs tonnes. Ces conditionneurs et recycleurs étaient situés au Québec, en Ontario ainsi qu'aux États-Unis.

Le verre utilisé pour les tests était de deux granulométries différentes, telles que produites par les centres de tri. Le verre de fine granulométrie (< 12 mm) avait globalement un taux de pureté supérieur à celui de grande granulométrie. Cependant, le verre de plus petite granulométrie s'est avéré généralement plus difficile à nettoyer, car les matières indésirables amalgamées et broyées finement étaient difficiles, voire impossibles à retirer sans engendrer de perte.

Ainsi, l'ensemble des conditionneurs et des recycleurs avec qui nous avons menés des tests ont privilégié le verre de grande granulométrie contenant un peu plus de matières indésirables que la petite granulométrie. Le verre de grande granulométrie est plus facile à nettoyer et à débarrasser des matières indésirables, tels que la porcelaine, les cailloux et la céramique.

Recommandations concernant la taille du verre souhaitée par le marché

À la demande du marché, la production de verre de grosse granulométrie doit être favorisée.

L'implosion du verre doit être réservée aux centres de tri de petite capacité afin de répondre aux exigences des marchés locaux (voir la recommandation de la section 6.8).

6.3. Marché de la fabrication de bouteilles et de contenants de verre

Depuis plus de dix ans, le verre de la collecte sélective n'entre pas dans la fabrication de nouvelles bouteilles ou contenants au Québec, car il ne faisait pas l'objet d'un traitement en centres de tri. Il était mélangé avec les déchets du centre de tri et pouvait contenir de 25 % à 30 % de matières indésirables. Aucun conditionneur n'était en mesure de nettoyer ce verre conformément aux spécifications de l'industrie de la fabrication de bouteilles et de contenants.

En collaboration avec le verrier de Montréal Owens-Illinois et un conditionneur de verre, ÉEQ mène depuis 2018 une série de tests à grande échelle visant à identifier les conditions gagnantes permettant d'utiliser le verre issu de la collecte sélective pour la fabrication de nouveaux contenants et de bouteilles. Le verre utilisé pour cette expérimentation est le verre de grande granulométrie des projets pilotes.

Le conditionneur de verre 2M Ressources, situé à Saint-Jean-sur-Richelieu, dispose d'une ligne de production calibrée pour produire du verre destiné au marché américain de la laine minérale. Cette ligne de production n'est donc pas adaptée pour le conditionnement du verre destiné à la fabrication de nouvelles bouteilles et contenants, car les critères des manufacturiers ne sont pas les mêmes.

En parallèle, ÉEQ a eu des échanges techniques avec deux conditionneurs américains qui traitent du verre de la collecte sélective. Ces derniers alimentent en verre recyclé plusieurs usines de fabrication de contenants et de bouteilles (Owens-Illinois, Ardagh Glass, Anchor Glass), et ce, dans un contexte similaire à celui du Québec, soit que le verre provient de la collecte sélective en pêle-mêle.

ÉEQ a d'ailleurs eu l'occasion de visiter les installations de conditionnement de l'un d'entre eux. Le procédé industriel repose sur des trieurs optiques permettant la séparation par couleur et le retrait des contaminants. La conception de la ligne de traitement permet notamment un tri optique du verre d'une granulométrie fine (et l'extraction de quatre couleurs de verre). Des tests avec le verre des projets pilotes de ÉEQ sont d'ailleurs prévus au printemps 2019.

Recommandation concernant la fabrication de bouteilles et de contenants de verre

Afin d'alimenter le marché de la fabrication de bouteilles et de contenants de verre au Québec, des investissements doivent être engagés permettant de trier adéquatement le verre par couleur, d'éliminer les contaminants, tels les cailloux, la céramique et la porcelaine, et ainsi dédier le verre clair de la collecte sélective à cette industrie.

6.4. Marché des abrasifs et de la filtration

Le marché des abrasifs fabriqués à partir de verre recyclé existe au Québec depuis plus d'une décennie. Selon une étude réalisée par ÉEQ, ce marché se rapproche de son point de saturation. Il existe en effet plus d'une dizaine d'entreprises qui commercialisent des abrasifs de verre en Amérique du Nord, dont la plus importante est Strategic Materials aux États-Unis. Au Québec, c'est l'entreprise Groupe Bellemare qui occupe principalement ce marché.

Le marché des médias filtrants fabriqués à partir de granulats de verre recyclé pourrait connaître une croissance importante au cours des prochaines années, car ce dernier a des avantages concurrentiels en comparaison au sable traditionnel, soit :

- Une meilleure captation des matières en suspension;
- Une meilleure résistance à la création de biofilms bactériens;
- Une réduction des besoins en rétro lavage (*backwash*).

En Amérique du Nord, le granulat de verre pour la filtration est principalement utilisé dans le secteur des piscines résidentielles. D'autres secteurs sont à développer, soit :

- Filtration de piscines municipales ou de complexes récréo-aquatiques;
- Filtration d'eaux usées industrielles qui présentent un taux élevé de matières en suspension;
- Filtration de boues ou d'eaux usées résidentielles (comme utilisé à Saint-Hyacinthe et dans plusieurs villes des États de New York et du Minnesota).

Une des barrières à l'expansion de ce marché est le manque de certification pour de tels produits, ce qui peut créer une résistance auprès des donneurs d'ordres.

Recommandations concernant le marché des abrasifs et de la filtration

Des projets d'expérimentation de médias filtrants doivent être poursuivis afin de démontrer la valeur ajoutée des granulats de verre.

Les efforts de normalisation éventuelle des produits et de contrôle de la qualité doivent être soutenus pour en faciliter la commercialisation.

La promotion des diverses applications de filtration d'eau auprès de clientèles cibles doit être réalisée.

6.5. Marché des ajouts cimentaires

Un ajout cimentaire est une composante qui apporte au béton des propriétés particulières selon le type d'ajout. Il existe plusieurs types d'ajouts cimentaires : les cendres volantes issues de la combustion des centrales de charbon, la fumée de silice et de laitiers de haut fourneau, deux sous-produits de l'industrie métallurgique.

Au cours des dernières années, les travaux de la Chaire SAQ de l'Université de Sherbrooke portant sur la valorisation du verre dans les bétons ont facilité l'émergence d'un nouvel ajout cimentaire

innovant à valeur ajoutée : la poudre de verre. Ces travaux ont été appuyés par de nombreux partenaires institutionnels et corporatifs, dont Tricentris.

Ce produit est particulièrement un bon substitut aux cendres volantes dont l'utilisation est confrontée à deux défis importants :

- La fermeture des centrales à charbon;
- Les coûts de transport, car les principaux producteurs sont situés aux États-Unis.

Après plusieurs années, la poudre de verre est désormais reconnue comme un ajout cimentaire à part entière, puisque depuis janvier 2019 elle est intégrée dans la norme CSA A-3000 (Compendium des matériaux liants).

La prochaine étape du développement de ce marché concerne les enjeux de production, soit d'augmenter la capacité de production et d'assurer le contrôle de la qualité des produits finis.

Au Québec, le potentiel d'utilisation de cendres volantes représente près de 150 000 tonnes par année, ce qui en fait un des marchés les plus prometteurs pour la poudre de verre issu de la collecte sélective. Par exemple, une pénétration de marché de 10 % (15 000 tonnes par année) semble être une cible réaliste dans un horizon à court terme.

Recommandation concernant le marché des ajouts cimentaires

Une stratégie de contrôle de la qualité et de développement de ce nouveau secteur industriel doit être élaborée conjointement avec l'ensemble des acteurs concernés (cimentiers, bétonniers, ÉEO, ministères et organismes publics, conditionneurs et recycleurs, fabricants de poudre de verre, donneurs d'ordres).

6.6. Verre micronisé comme additif

Le verre micronisé peut entrer dans la fabrication d'une multitude de produits spécialisés tels que les peintures, les vernis, les coulis, certains matériaux ignifuges, les polymères, etc. Le verre micronisé est un additif minéral performant qui remplace des additifs synthétiques et qui apporte des propriétés spécifiques aux produits finis visés. Par exemple, le verre micronisé est ajouté à des vernis de protection contre les incendies pour ses propriétés ignifuges. Le marché du verre micronisé comme additif est généralement à haute valeur ajoutée, ce sont des produits de haute technicité qui nécessitent un contrôle de la qualité soutenu.

L'utilisation du verre de la collecte sélective pour ces applications nécessitera en outre l'installation d'un système approprié de conditionnement du verre, notamment pour éliminer les contaminants organiques tels que les sucs résiduels ou les fibres. De plus, il sera nécessaire d'augmenter les capacités de production actuelles afin de répondre à la demande de ces différents marchés spécialisés.

Recommandation concernant le marché de la poudre de verre comme additif

Afin d'alimenter le marché de la poudre de verre comme additif, des investissements doivent être engagés permettant de laver ou de sécher et de microniser adéquatement le verre de la collecte sélective.

6.7. Verre cellulaire

Le verre cellulaire est un matériau de type pierre ponce qui présente l'avantage d'être léger tout en étant très résistant à la compression, ignifuge et isolant. Le verre cellulaire est principalement utilisé dans le domaine de la construction résidentielle (isolation de fondation, matériel drainant de toitures végétalisées) et en construction routière (remblai léger de ponts et de viaducs). La fabrication de verre cellulaire nécessite d'abord de réduire le verre en poudre, puis de le mélanger à un additif minéral qui permettra un effet moussant. Ce mélange fait ensuite l'objet d'un passage en four à haute température qui fait gonfler le produit, la formation de bulles créant ainsi les structures alvéolaires. En fin de cuisson, sous l'effet du refroidissement, la plaque de verre cellulaire se fracture en morceaux lui donnant l'aspect de pierre ponce.

Ce marché est établi en Europe depuis une trentaine d'années, où l'on compte une dizaine de producteurs. Au Québec, il n'y a pas encore de producteurs de verre cellulaire. Par ailleurs, plusieurs entreprises ont déjà démontré de l'intérêt pour monter une usine, et un projet pourrait voir le jour prochainement.

Une des principales barrières à lever pour la commercialisation de ces produits est de les faire reconnaître les applications auprès des donneurs d'ordre et, à échéance, de faire certifier certaines applications.

Recommandations concernant le marché du verre cellulaire

Afin d'alimenter le marché du verre cellulaire, des investissements doivent être engagés dans l'acquisition d'équipements de chauffage du verre.

Une stratégie de commercialisation et de sensibilisation des donneurs d'ordre devra également être mise en œuvre.

6.8. Marchés en région éloignée

Les contraintes liées aux opérations de traitement du verre en centre de tri en milieu éloigné diffèrent de celles en milieu urbain. En milieu éloigné, le gisement de verre est généralement plus faible et les opérations de tri sont souvent manuelles. Qui plus est, l'accès aux marchés pour le verre traité en centre de tri demeure difficile considérant les coûts de transport élevés.

La mise en marché locale du verre traité devient dès lors une activité additionnelle et nécessaire pour le centre de tri. Le projet pilote de la RITMRG en Gaspésie a permis de tester avec succès des solutions de recyclage local, soit l'utilisation du verre comme matériau isolant d'infrastructures routières et comme matériau d'aménagements paysagers. Il a été possible de produire directement ces produits finis sans avoir à transiter par un conditionneur.

Les essais d'utilisation du verre comme matériau d'infrastructures routières ont été réalisés avec succès en collaboration avec la Ville de Chandler et l'École de technologie supérieure (ÉTS) de Montréal. Le projet vitrine à la ville de Chandler a démontré que la couche de verre entourant une canalisation d'aqueduc a augmenté l'isolation de cette dernière. L'ÉTS, de son côté, travaille depuis près de quatre ans sur l'incorporation de granulats de verre dans les chaussées.

Les travaux de l'ÉTS démontrent également qu'il serait possible d'utiliser du verre dans les enrobés bitumineux. C'est d'ailleurs une application qui a été répandue aux États-Unis sous l'appellation de *Glassphalt*.

D'autres municipalités dans le monde utilisent du verre dans les infrastructures routières, comme remblai ou dans l'asphalte. Au New Hampshire ou encore au Minnesota (deux États au climat similaire à celui du Québec), ces applications sont encadrées par les autorités gouvernementales qui ont établi les spécifications à atteindre pour le verre, les conditions à respecter sur le terrain lors de la mise en œuvre ou encore les critères environnementaux à satisfaire.

Recommandations concernant les marchés en région éloignée

Les centres de tri de petite capacité, de même que les centres de tri de moyenne capacité géographiquement isolés, doivent être dotés d'équipements complémentaires de réduction de la taille du verre afin de satisfaire les critères des débouchés locaux, tels les infrastructures routières ou les sentiers.

L'utilisation du verre dans les infrastructures routières doit être reconnue comme une application à risque environnemental faible dans la LOE.

6.9. Le verre en LET

L'année 2013 a été marquée par la fermeture du principal conditionneur de verre québécois. L'utilisation du verre comme matériau alternatif pour le recouvrement journalier des matières en LET s'est révélée être l'alternative principale. Depuis, des centres de tri continuent d'expédier leur verre dans des lieux d'enfouissement technique (LET), ce qui constitue une forme de recyclage inacceptable.

Avant la mise en place du Plan, « près de 86 000 t de verre ont suivi le chemin des LET » selon le *Bilan 2015 de la gestion des matières résiduelles* de RECYC-QUÉBEC. Les centres de tri qui ont recours à cette utilisation ne déboursent qu'entre 20 \$ et 30 \$ par tonne pour se débarrasser du verre au lieu de payer au-delà de 100 \$ par tonne pour l'enfouissement en LET. La concurrence du recouvrement journalier s'est avérée une barrière importante au recyclage du verre et au développement des marchés.

Le verre déposé dans le bac de récupération ne devrait jamais être envoyé en LET; nous devons collectivement mettre fin graduellement à cette situation, en tenant compte du développement des marchés et de l'implantation des nouveaux systèmes de tri et de traitement du verre dans les centres de tri du Québec.

Recommandation concernant le verre en LET

L'utilisation du verre comme matériau alternatif utilisé en LET (recouvrement journalier ou autres options) doit être progressivement interdite.

6.10. Synthèse des recommandations relatives au développement des marchés

Le tableau ci-dessous présente la synthèse des recommandations. La section 7 de ce bilan détaille la stratégie de déploiement basée sur ces recommandations.

Tableau 9 – Synthèse des recommandations relatives au développement des marchés

Recommandation concernant la situation actuelle des marchés du verre	Pour atteindre 100 % de recyclage du verre de la collecte sélective, la priorité doit être accordée à la diversification des marchés.
Recommandation concernant la taille du verre souhaitée par les conditionneurs	À la demande du marché, la production de verre de grosse granulométrie doit être favorisée. L'implosion du verre doit être réservée aux centres de tri de petite capacité afin de répondre aux exigences des marchés locaux (voir la recommandation de la section 6.8).
Recommandation concernant la fabrication de bouteilles et de contenants de verre	Afin d'alimenter le marché de la fabrication de bouteilles et contenants en verre au Québec, des investissements doivent être engagés permettant de trier adéquatement le verre par couleur, d'éliminer les contaminants, tels les cailloux, la céramique et la porcelaine, et d'utiliser le verre clair de la collecte sélective spécifiquement pour cette industrie.
Recommandations concernant le marché des abrasifs et de la filtration	Des projets d'expérimentation de médias filtrants doivent être poursuivis afin de démontrer la valeur ajoutée des granulats de verre. Les efforts de normalisation éventuelle des produits et de contrôle de la qualité doivent être soutenus pour en faciliter la commercialisation. La promotion des diverses applications de filtration d'eau auprès de clientèles cibles doit être réalisée.
Recommandation concernant le marché des ajouts cimentaires	Une stratégie de contrôle de la qualité et de développement de ce nouveau secteur industriel doit être élaborée conjointement avec l'ensemble des acteurs concernés (cimentiers, bétonniers, ÉEQ, ministères et organismes publics, conditionneurs et recycleurs, fabricants de poudre de verre, donneurs d'ordre).
Recommandation concernant le marché de la poudre de verre comme additif	Afin d'alimenter le marché de la poudre de verre comme additif, des investissements doivent être engagés permettant de laver ou de sécher et de microniser adéquatement le verre de la collecte sélective.
Recommandations concernant le marché du verre cellulaire	Afin d'alimenter le marché du verre cellulaire, des investissements doivent être engagés dans l'acquisition d'équipements de chauffage du verre. Une stratégie de commercialisation et de sensibilisation des donneurs d'ordre devra également être mise en œuvre.
Recommandations concernant les marchés en région éloignée	Les centres de tri de petite capacité, de même que les centres de tri de moyenne capacité géographiquement isolés, doivent être dotés d'équipements complémentaires de réduction de la taille du verre afin de

	satisfaire les critères des marchés locaux, tels les infrastructures routières ou les sentiers. L'utilisation du verre dans les infrastructures routières doit être reconnue comme étant une application à risque environnemental faible dans la LOE.
Recommandation concernant le verre en LET	L'utilisation du verre comme matériau alternatif utilisé en LET (recouvrement journalier ou autres options) doit être progressivement interdite.

7. Stratégie de déploiement et plan d'investissement

La solution pour 100 % du verre de la collecte sélective

Afin d'atteindre l'objectif principal du Plan, soit que 100 % du verre de la collecte sélective au Québec soit recyclé, des investissements totaux d'environ 23 M\$ \$ sont requis pour équiper les centres de tri, ainsi qu'un montant d'environ 27 M\$ \$ pour la diversification et le développement des marchés, les campagnes de communication et de sensibilisation et la mesure des résultats économiques et environnementaux.

La section qui suit présente le détail du plan d'investissement.

7.1. Stratégie de déploiement et plan d'investissement dans les centres de tri

ÉEQ a élaboré un plan d'action sur un horizon de quatre ans afin de doter tous les centres de tri du Québec d'équipements de traitement du verre. En se basant sur la situation actuelle des centres de tri de la collecte sélective et sur les leçons tirées de la période d'expérimentation, un scénario de déploiement des systèmes à l'ensemble du Québec a été développé, en définissant des synergies entre certains centres de tri et l'accessibilité aux marchés pour le verre produit chez chacun d'entre eux. Ce scénario préliminaire est évolutif et sera adapté en fonction des changements fréquents observés dans l'industrie. Il est destiné à illustrer les objectifs de la stratégie et à déterminer une enveloppe budgétaire. Il est évident qu'au moment de mettre en œuvre cette stratégie, un travail collaboratif entre les bailleurs de fonds, les centres de tri, les équipementiers, les conditionneurs et les recycleurs, ÉEQ et les autres acteurs concernés, sera préconisé afin de concevoir les systèmes adéquats.

Cette stratégie de déploiement consiste à mettre en œuvre cinq modèles de systèmes différents à l'échelle nationale, incluant une mise à jour des projets pilotes. Elle est formulée selon les balises suivantes :

- La capacité des centres de tri : systèmes de petite, de moyenne et de grande capacité;
- La consolidation des tonnages de verre (exemple : partenariat entre les centres de tri d'un même opérateur) : systèmes intermédiaires;
- La localisation des centres de tri et, plus précisément, l'isolement de certains d'entre eux : systèmes hybrides.

Cette stratégie pourra inclure des regroupements des gisements de verre pour un traitement au sein de certains centres de tri plutôt que dans l'ensemble des centres. Ces propositions de regroupement devront faire l'objet d'échanges ouverts avec toutes les parties prenantes concernées, au premier chef les administrations municipales et les centres de tri visés.

L'investissement nécessaire au déploiement de systèmes de traitement du verre à l'échelle du Québec se résume comme présenté dans le tableau suivant.

Tableau 10 – Sommaire des investissements nécessaires en centres de tri

Type de système	Nombre de systèmes
Petite capacité	2
Moyenne capacité	4
Grande capacité	3
Intermédiaire	6
Hybride	2
Mise à niveau des projets pilotes	5
Total de coûts : 23 M\$	

La description des systèmes et la justification des investissements sont exposées dans les paragraphes subséquents.

7.1.1. Système pour les centres de tri de petite capacité

Ce système est destiné à une installation dans un centre de tri traitant moins de 1 000 tonnes de verre par année. Ces centres de tri se retrouvent dans des zones géographiques éloignées des pôles urbains de Montréal et de Québec. Leur population respective est de faible densité. L'avantage d'un tel système est de permettre le recyclage local et d'ainsi de réduire les transports et l'émission de gaz à effet de serre. Le verre traité dans ce système est dédié à des usages locaux, tels que le granulat de verre en infrastructure routière, le paillis horticole et le recouvrement de sentiers pédestres et cyclables. Pour ces marchés spécifiques, un équipement est requis afin de réduire la taille du verre à la granulométrie souhaitée. Le tableau qui suit décrit les équipements qui composent un tel système.

Tableau 11 – Équipements requis pour les centres de tri de petite capacité

Équipement	Fonction
Trémie d'alimentation	Alimentation indépendante
Aspiration-poussée	Séparation des fibres et des matières légères
Broyeur/imploseur	Réduction du verre selon une granulométrie désirée
Tamis Flip Flow	Séparation granulométrique du verre
Courant de Foucault	Retrait des métaux ferreux et non ferreux (essentiel si un imploseur est intégré)
Poste de tri	Contrôle de la qualité et retrait des contaminants
Convoyeurs	Transfert des matières
Réserves	Entreposage

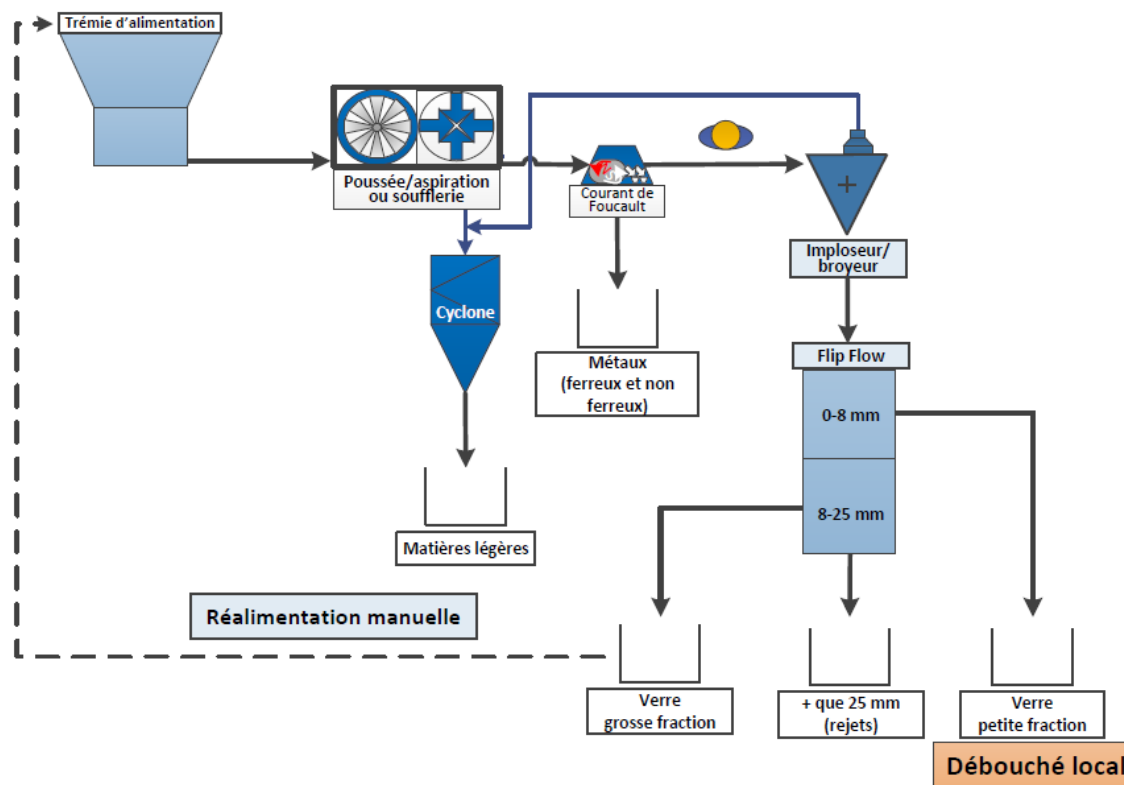


Figure 15 – Configuration proposée d'un centre de tri de petite capacité

7.1.2. Système pour les centres de tri de moyenne capacité

Suivant les constats et les recommandations du Bilan, les centres de tri de moyenne capacité, soit ceux qui reçoivent entre 1 000 et 8 000 tonnes de verre annuellement, prioriseront la production de verre de grande granulométrie. Ces centres de tri sont tous situés à proximité d'un ou de plusieurs conditionneurs du verre.

Les systèmes de traitement seront reliés directement au centre de tri afin de minimiser la manutention. Le verre ne subira pas d'implosion. Un équipement d'aspiration est prévu afin de retirer les matières indésirables légères (plastiques et fibres) contenues dans le verre entrant de petite granulométrie. La simplicité de ce système représente un avantage considérable en termes d'opération, d'entretien et de maintenance. Il permet également de produire un verre d'une pureté comprise entre 93 % et 98 %. Le tableau qui suit décrit les équipements d'un tel système.

Tableau 12 – Équipements requis pour les centres de tri de moyenne capacité

Équipement	Fonction
Aspiration-poussée	Séparation des fibres et des matières légères
Tamis Flip Flow	Séparation granulométrique du verre
Zig Zag (2)	Séparation des fibres et des autres matières légères
Convoyeurs	Transfert des matières
Réserves	Entreposage

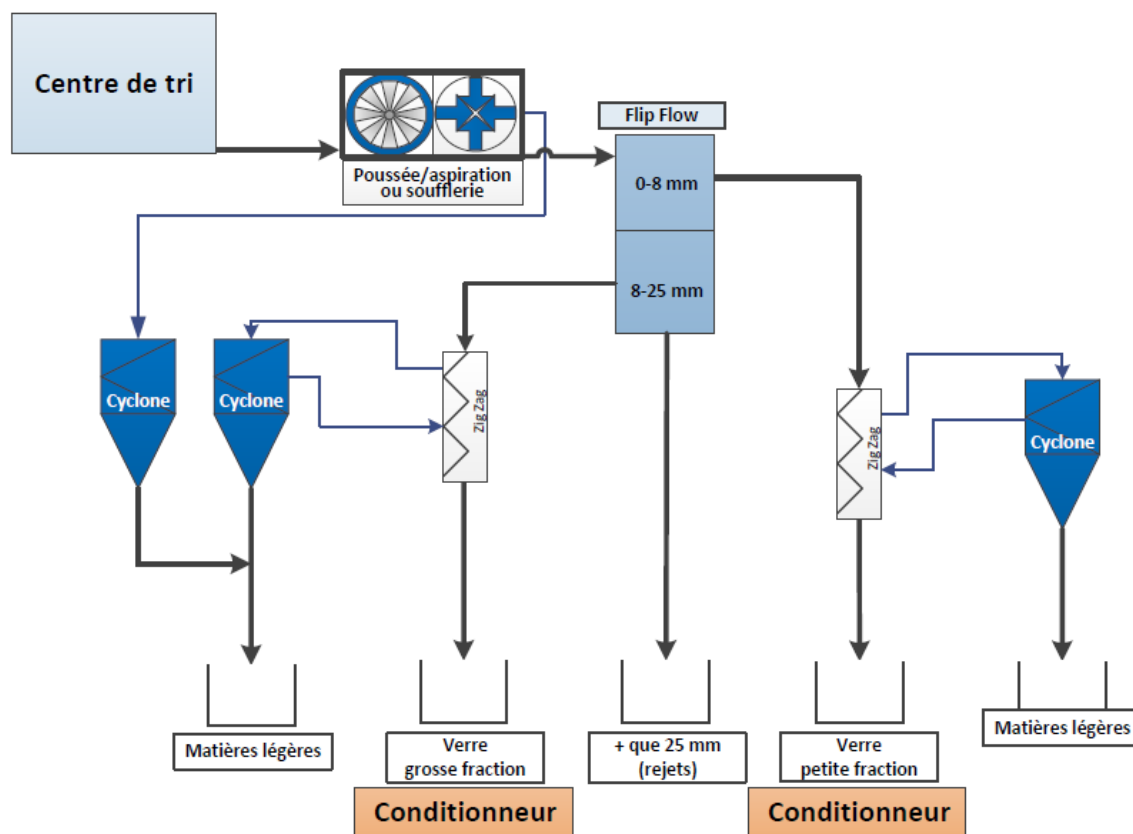


Figure 16 – Configuration proposée d'un centre de tri de moyenne capacité

7.1.3. Système pour les centres de tri de grande capacité

Un système pour une installation dans un centre de tri de grande capacité reçoit plus de 8 000 tonnes de verre par an. Situés en zones densément peuplées et à proximité des conditionneurs, ces centres de tri produiront un maximum de verre de grande granulométrie conformément à leurs critères. L'ajout d'un tamis 2D/3D viendra améliorer la pureté du verre sortant en retirant notamment les bouchons. À l'instar du système pour les centres de tri de moyenne capacité, les équipements du système pour les centres de tri de grande capacité sont simples et leur exploitation est facile. Ce système permet également de produire un verre d'une pureté comprise entre 93 % et 98 %. Le tableau qui suit décrit les équipements du système.

Tableau 13 – Équipements requis pour les centres de tri de grande capacité

Équipement	Fonction
Aspiration-poussée	Séparation des fibres et des matières légères
Tamis Flip Flow	Séparation granulométrique du verre
Zig Zag (2)	Séparation des fibres et des autres matières légères
Tamis 2D/3D	Séparation des objets tridimensionnels (bouchons, objets longs)
Convoyeurs	Transfert des matières
Réserves	Entreposage

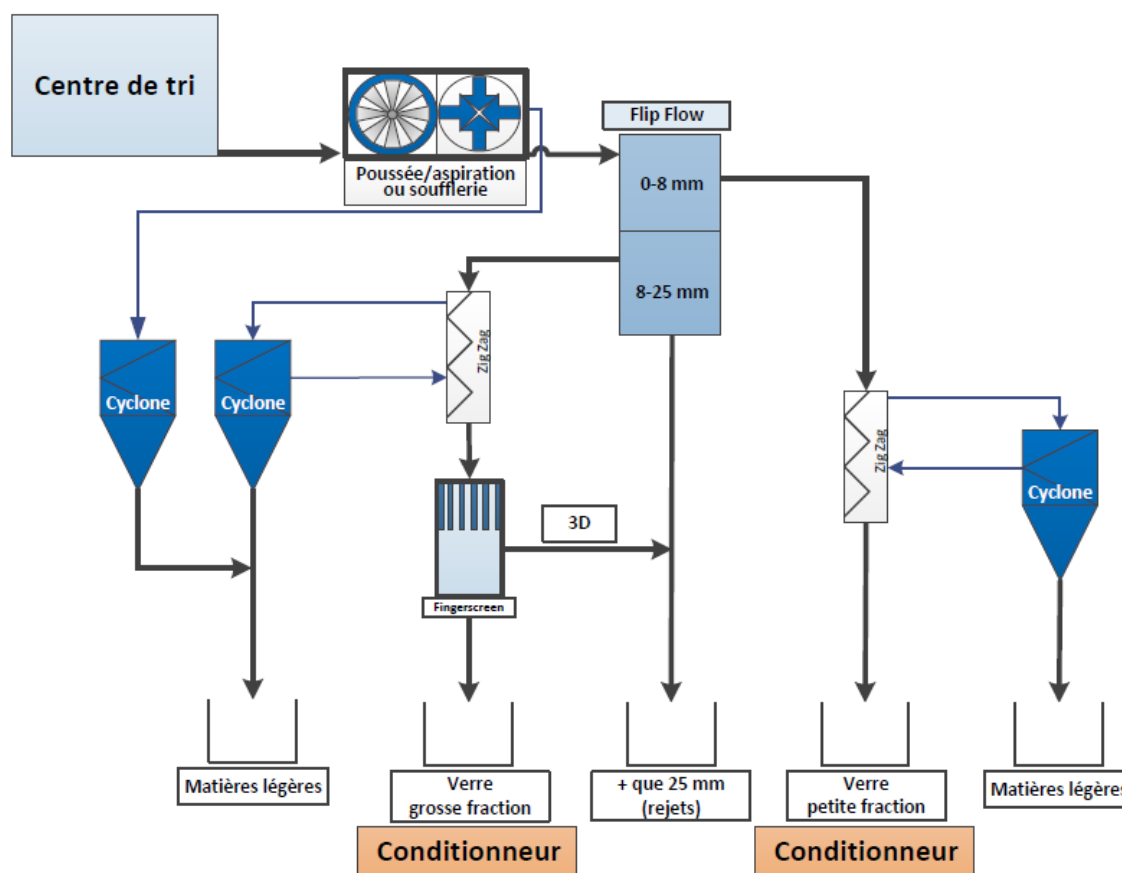


Figure 17 – Configuration proposée d'un centre de tri de grande capacité

7.1.4. Systèmes intermédiaires

La stratégie de déploiement prévoit aussi la mise en place de systèmes intermédiaires de traitement du verre destinés aux centres de tri appelés à transférer leur verre dans un autre centre de tri afin de favoriser les synergies locales. Dans de tels cas, seuls des équipements de soufflerie seront installés afin de retirer le maximum de fibres contenues dans le verre. Les fibres ainsi retirées pourront être dirigées vers les filières de recyclage existantes du centre de tri. Le verre partiellement traité par soufflerie sera par la suite transféré vers un centre de tri de plus grande capacité afin de compléter les opérations de nettoyage.

7.1.5. Systèmes hybrides

La période d'expérimentation du Plan a mis en lumière des particularités de certains centres de tri. Ceux-ci disposent d'un volume intéressant de verre à traiter. Cependant, leur localisation géographique éloignée des conditionneurs ou des pôles urbains engendre des coûts de transport importants et l'émission de gaz à effet de serre, ce qui représente une limite à de possibles ententes avec les conditionneurs et les recycleurs. Dans de tels cas, les marchés locaux pour le verre s'avèrent une alternative intéressante.

Le système hybride offre une polyvalence en permettant la production de différentes granulométries de verre. L'exploitant d'un système hybride peut broyer le verre pour un usage local ou maximiser le tri du verre de grande granulométrie si une occasion d'affaires se présente. Par ailleurs, l'implantation d'un tel système dans un bâtiment distinct permet la réception de verre de centres de tri à proximité dotés du système intermédiaire.

Tableau 14 – Équipements requis pour les centres de tri hybrides

Équipement	Fonction
Trémie d'alimentation	Alimentation indépendante
Aspiration-poussée ou soufflerie	Séparation des fibres et des matières légères
Tamis Flip Flow	Séparation granulométrique du verre
Zig Zag (2)	Séparation des fibres et des autres matières légères
Équipement de broyage	Réduction du verre selon une granulométrie désirée
Courant de Foucault	Retrait des métaux ferreux et non ferreux <i>(essentiel si un imploseur est intégré)</i>
Convoyeurs	Transfert des matières
Réserves	Entreposage

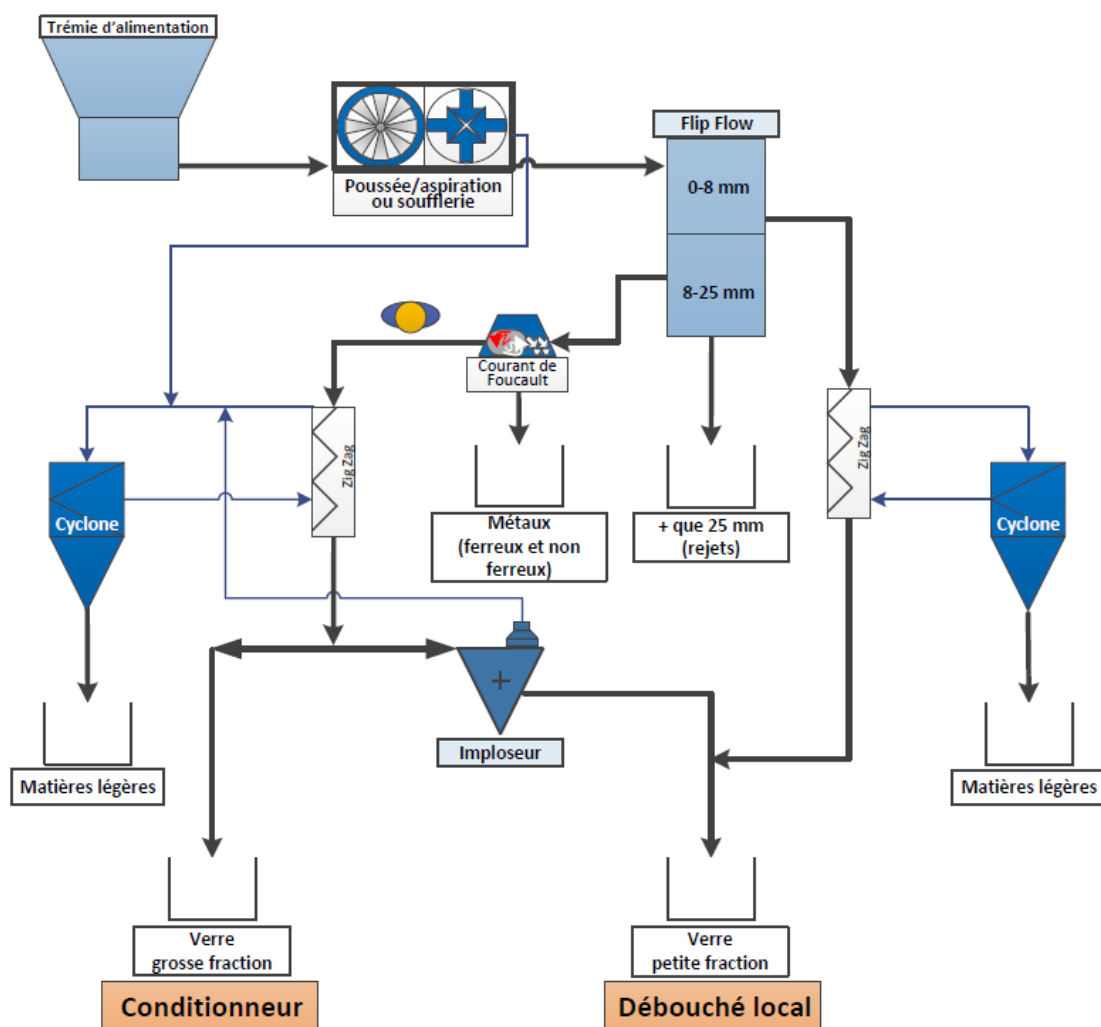


Figure 18 – Configuration proposée d'un centre de tri hybride

7.1.6. Mise à niveau des projets pilotes

Les systèmes de traitement des projets pilotes nécessiteront également une mise à niveau. Après la période d'expérimentation, et suivant la réalisation d'études externes, des solutions concrètes ont été définies afin d'améliorer le traitement du verre, notamment sur les points suivants :

- Retrait efficace d'une quantité maximale de fibres en amont du système grâce à l'implantation d'un système de soufflerie ou de poussée-aspiration;
- Amélioration de l'efficacité des cyclones par la modification de leur structure et des valves rotatives;
- Augmentation du taux de captation des matières légères du ALCF grâce à l'installation d'une soufflerie;
- Gain de performance lors de la séparation granulométrique par le remplacement du tamis Flip Flow actuel avec un tamis dont l'efficacité a été démontrée;
- Bonification de la polyvalence des systèmes dans l'objectif de répondre adéquatement aux exigences des marchés, en ajoutant des mécanismes de contournement de l'implodeur dans les systèmes qui n'en sont pas dotés;

- Augmentation du taux de pureté du verre de grosse granulométrie par l'ajout d'équipements de séparation des matières légères (soufflerie, Zig Zag, etc.).

7.2. Stratégie de déploiement et plan d'investissement pour le conditionnement et le recyclage

ÉEQ a déterminé six segments de marché ayant le plus fort potentiel à la suite de nombreux échanges avec différents conditionneurs et recycleurs de verre. La nature de ces échanges est confidentielle, néanmoins nous sommes en mesure de dresser le portrait global du marché potentiel pour le verre de la collecte sélective dans un horizon de 24 à 30 mois, ainsi que d'estimer le montant des investissements qui seraient nécessaires pour atteindre l'objectif de recycler les 120 000 tonnes de verre de la collecte sélective annuellement.

En se basant sur la situation actuelle des marchés du verre et des discussions avec les différents conditionneurs, un scénario de déploiement de l'industrie québécoise a été développé. Tout comme pour les centres de tri, ce scénario préliminaire est évolutif et sera adapté en fonction des changements fréquents observés dans l'industrie. Il est avant tout destiné à illustrer les objectifs de la stratégie et à déterminer une enveloppe budgétaire.

Cette stratégie de déploiement consiste à soutenir la croissance des six segments de marché déterminés par l'acquisition d'équipements de pointe. Elle est formulée selon les balises suivantes :

- Les marchés actuels de la laine minérale, des agrégats pour abrasifs et pour la filtration ainsi que des ajouts cimentaires sont limités, mais leur capacité peut être augmentée;
- Il existe un marché pour la fabrication de contenants et de bouteilles qui peut être alimenté avec le verre de la collecte sélective;
- Deux autres marchés sont en phase de développement;
- Plusieurs conditionneurs et recycleurs actuels et potentiels ont démontré un intérêt à développer l'un ou l'autre de ces six segments de marché par l'acquisition d'équipements technologiques.

Le tableau suivant montre les six segments de marchés actuels et potentiels, les principales contraintes à leur développement, de même que les recommandations pour atteindre l'objectif de recyclage de 100 % du verre de la collecte sélective.

Tableau 15 – Estimation des investissements requis chez les conditionneurs par segment de marché

Marché	Fabrication de contenants	Laine minérale	Abrasifs et filtration	Ajouts cimentaires	Poudre micronisée pour additifs	Verre cellulaire
Marchés existants		X	X	X		
Marchés à développer	X	X	X	X	X	X
Contraintes au développement	<ul style="list-style-type: none"> Capacité industrielle de conditionnement limitée pour répondre à la demande locale de Owens-Illinois 	<ul style="list-style-type: none"> Marché à l'exportation du calcin, production finale aux É.-U. Marché sensible aux fluctuations du domaine de la construction 	<ul style="list-style-type: none"> Marché proche de la saturation Méconnaissance du média filtrant 	<ul style="list-style-type: none"> Capacité de production limitée Contrôle de la qualité à développer Manque de diversification des producteurs Manque de communication entre les parties prenantes 	<ul style="list-style-type: none"> Manque de capacité de nettoyage du verre de la collecte sélective Manque de capacité de micronisation du verre 	<ul style="list-style-type: none"> Nouveau produit dans un marché concurrentiel (construction) Pas d'usine de production au Québec
Recommandations	<ul style="list-style-type: none"> Soutien à l'investissement pour le développement du verre destiné à la fabrication de bouteilles et de contenants 	<ul style="list-style-type: none"> Soutien à l'investissement pour augmenter la capacité de production du calcin destiné à la laine minérale 	<ul style="list-style-type: none"> Mesures de contrôle de la qualité et certification à développer pour la filtration Mieux faire connaître ce type de média filtrant auprès des donneurs d'ordre 	<ul style="list-style-type: none"> Augmenter les capacités de production par des programmes de financement aux entreprises Assurer le contrôle de la qualité en lien avec la certification Structurer l'industrie avec les partenaires 	<ul style="list-style-type: none"> Développer la capacité de lavage du verre et augmenter les capacités de micronisation par des programmes de financement aux entreprises 	<ul style="list-style-type: none"> Investir dans une ligne de conditionnement spécialisée Mieux faire connaître le verre cellulaire auprès des donneurs d'ordres
Exemples d'équipements requis pour le conditionnement	<ul style="list-style-type: none"> Tamisage, séchage et tri optique 	<ul style="list-style-type: none"> Tamisage et tri optique 	<ul style="list-style-type: none"> Tamis Zig Zag 	<ul style="list-style-type: none"> Broyage, tamisage, cyclone, dépoussiérage 	<ul style="list-style-type: none"> Usine de lavage, broyage, tamisage, cyclone, dépoussiérage 	<ul style="list-style-type: none"> Stockage, mélangeur, four à cuisson

Les besoins totaux en investissements chez les conditionneurs sont de l'ordre d'environ 20 millions de dollars. Les montants par type de marché ne sont pas présentés individuellement dans le présent rapport étant donné l'aspect commercial.

7.3. Réduction des émissions des GES liées au plan Verre l'innovation

Une analyse du cycle de vie est actuellement en cours de réalisation par Groupe AGÉCO pour mesurer les réductions d'émissions de gaz à effet de serre (GES) associées aux projets de commercialisation de 120 000 tonnes de verre issu de la collecte sélective au Québec selon différents marchés.

L'analyse du cycle de vie est réalisée conformément aux normes ISO 14 040 et 14 044, et s'appuie principalement sur les données collectées auprès des intervenants du secteur du recyclage du verre et d'ÉEQ, ainsi que sur l'analyse du cycle de vie du recyclage du verre (RECYC-QUÉBEC, 2015). Les émissions de GES comprennent les étapes de conditionnement et de transformation du verre, ainsi que les étapes de transport du verre entre les centres de tri, les conditionneurs et les recycleurs.

Les bénéfices environnementaux de la récupération du verre s'expliquent globalement par la substitution de matières vierges entrant dans la fabrication de laine isolante, de bouteilles de verre et d'ajouts cimentaires. La contribution de ces bénéfices à la cible québécoise de réduction des GES sera fournie au printemps 2019.

7.4. Synthèse du plan de financement et ses priorités stratégiques

À partir des 18 recommandations et de la stratégie de déploiement de ce Bilan, cinq priorités stratégiques ont été identifiées. Le plan de financement se décline selon ces cinq priorités :

Priorité	Investissements sur 5 ans	Période
Priorité stratégique 1 : Équiper les centres de tri pour traiter 100 % du verre recyclé	23 M\$	4 ans
Priorité stratégique 2 : Développer des marchés à fort potentiel commercial pour le verre recyclé	20 M\$	24 à 30 mois
Priorité stratégique 3 : Déployer un plan de communication et une campagne de sensibilisation pour le recyclage du verre	6 M\$	3 ans
Priorité stratégique 4 : Assurer la mise en place des meilleures pratiques	(inclus)	4 ans
Priorité stratégique 5 : Mesurer les résultats et les retombées économiques et environnementales du plan <i>Verre l'innovation</i>	1 M\$ (inclus caractérisation, calcul GES, gestion de la traçabilité)	5 ans
Plan de financement	50 M\$	

Conclusion

Le plan *Verre l'innovation* a été lancé par ÉEQ en janvier 2016 afin de tester des équipements permettant d'améliorer la qualité du verre issu de la collecte sélective en centres de tri, et de soutenir le développement des marchés de celui-ci.

L'objectif ultime du Plan est de permettre le recyclage de 100 % du verre de la collecte sélective au Québec, soit l'équivalent d'environ 120 000 tonnes par année.

Les objectifs secondaires de ce Plan sont de :

1. Tester des équipements de traitement permettant d'améliorer la qualité du verre issu de la collecte sélective, et de formuler des recommandations afin de doter les centres de tri du Québec des équipements les plus adéquats;
2. Moderniser les centres de tri québécois pour trier le verre;
3. Développer et diversifier les marchés pour le verre issu de la collecte sélective afin d'éviter toute forme d'utilisation du verre dans un lieu d'enfouissement technique dans un avenir rapproché.

Ce Plan a permis de valider la performance d'équipements installés dans cinq centres de tri représentatifs du territoire québécois, de travailler ardemment sur les opérations dans ces centres de tri, et de collaborer avec les conditionneurs et les recycleurs situés dans le nord-est américain, notamment au moyen de tests à grande échelle, pour le développement de leurs marchés.

Il en ressort principalement que l'augmentation de la qualité du verre produit par les centres de tri permet d'améliorer la capacité de production des conditionneurs et des recycleurs existants, stimule leur intérêt à développer d'autres marchés, encourage d'autres acteurs à utiliser du verre de la collecte sélective dans leurs produits.

Plusieurs recommandations ont été émises pour poursuivre les efforts consacrés jusqu'alors. Ces recommandations visent en outre à faire en sorte que les équipements adéquats soient installés dans les centres de tri selon leur configuration, les critères de leurs marchés et les facteurs externes qui affectent leurs opérations. Elles visent aussi à impliquer davantage les municipalités et les équipementiers dans leurs responsabilités vis-à-vis de la performance des opérations en centres de tri. Elles visent enfin à prioriser la diversification des marchés, pierre angulaire d'un recyclage pérenne de 100 % du verre de la collecte sélective.

Ce bilan présente la stratégie de déploiement et le plan de financement de la solution optimale en vue de recycler 100 % du verre issu de la collecte sélective. Cette solution se décline en cinq priorités stratégiques concrètes qu'il faut maintenant déployer sur l'ensemble du territoire québécois.

Le plan *Verre l'innovation* démontre qu'il existe une solution à portée de main pour recycler 100 % du verre issu de la collecte sélective.

Il appartient maintenant aux différents intervenants de la chaîne de valeur ainsi qu'au gouvernement du Québec de soutenir son déploiement sur l'ensemble du territoire québécois.

ÉEQ souhaite participer activement à la mise en œuvre de cette solution, et offrir sa pleine collaboration aux différentes instances.

Nous joindre :

Éco Entreprises Québec
1600, boul. René-Lévesque Ouest
Bureau 600
Montréal (Québec) H3H 1P9

Téléphone: 514 987-1491
Sans frais: 1 877 987-1491
service@eeq.ca
eeq.ca