

OPTIMISATION DE LA QUALITÉ DES INTRANTS SUR UNE PLATEFORME DE COMPOSTAGE POUR
MAXIMISER LE RECYCLAGE DES PUTRESCIBLES

Par
Maiga Boubacar Mahamadou

Essai présenté au Centre universitaire de formation en environnement et développement durable en vue
de l'obtention du grade de maitre en environnement (M. Env.)

Sous la direction de Monsieur Marc J. Olivier

Maitrise en environnement
Université de Sherbrooke

Juillet 2018

SOMMAIRE

Mots clés : optimisation, matière organique putrescible, compostage, résidu alimentaire, résidu vert, collecte à trois voies, recyclage, bannissement.

Les résidus putrescibles comptent pour une portion très importante de nos déchets. Le secteur municipal et les secteurs des industriels, commerciaux et institutionnels (ICI) sont de grands producteurs de résidus putrescibles. L'échéance de 2020 prévue pour le bannissement des matières organiques putrescibles dans les sites d'enfouissement approche à grands pas. Compte tenu des chiffres sur la performance globale de recyclage de la MO et la faible participation des municipalités à la collecte, il est irréaliste de croire que l'objectif de bannissement total de la MO des sites d'élimination sera atteint en 2020, alors même que le seuil des 60 % de recyclage en 2015 n'a pas été concrétisé.

Deux problèmes majeurs sont à la base du manque de performance de la gestion des matières résiduelles. Le premier est le faible taux de participation. En effet, toutes les municipalités du Québec n'offrent pas la collecte de matière organique et même ceux qui offrent le service ne couvrent pas souvent tout le territoire. Le second est la présence de contaminants dans les matières collectées. Cette présence de contaminants découle du mauvais tri et des mauvaises pratiques des collectes contenant les sacs plastiques. Cette contamination a un impact direct sur la qualité du compost. À noter que le compost ne répondant pas aux critères AA, A ou B de la norme est actuellement voué à l'élimination, ce qui ne sera en théorie plus possible à partir de 2020.

Afin de répondre aux normes d'utilisation du compost, les recommandations sont faites pour améliorer la qualité des intrants par un bon tri à la source. La proposition de nouvelles technologies de traitement avec les mêmes problèmes de contamination de la ressource première ne règle en rien le problème décrit. Les techniques et technologies actuelles de traitement des matières organiques sont jugées satisfaisantes. Le problème se situe ailleurs, alors la solution cible l'origine du problème : la contamination à la source.

REMERCIEMENTS

Cet essai est le fruit d'une collaboration de plusieurs personnes que je remercie chaleureusement.

Tout d'abord, j'aimerais remercier mon directeur d'essai, Marc Olivier, pour le temps qu'il a consacré à me rencontrer, lire cet ouvrage, le relire et le commenter. Sa passion pour les matières résiduelles sera toujours pour moi une inspiration. Je le remercie pour ses conseils d'expert, sa disponibilité et son soutien dans mes idées. Les échanges lors de nos rencontres étaient toujours plaisants et éducatifs ainsi que nos visites de plateforme. Je remercie également les gestionnaires de la plateforme A et B de m'avoir ouvert la porte et pour leurs réponses à mes questions.

Je tiens aussi à remercier ma famille qui du Mali n'a jamais cessé de veiller sur moi. Mes parents Mahamdou et Fatoumata Touré, mes frères : Elhaj, Tony, Amadou, Alhassane et Mbarabougou. Mes tantes Kadidia, Diahara, Batoma et Oumou. Sans oublier mon bureau d'étude GAGE au Mali ainsi que ma nouvelle famille du Canada, il s'agit de ceux de GOMBOUGOU et tout le personnel du CUFE (enseignants et étudiants). Merci pour vos soutiens moraux, financiers et affectifs.

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION	1
CHAPITRE 1 MISE EN SITUATION	3
1.1 Les matières organiques ciblées.....	3
1.1.1 Catégories d'origine résidentielles	4
1.1.2 Catégories d'origine ICI	4
1.2 Priorisation parmi les modes de gestion	5
1.3 Les traitements microbiologiques	6
1.3.1 Compostage domestique	7
1.3.2 Compostage communautaire	7
1.3.3 Compostage industriel	7
1.3.4 En andain sur plateforme ouverte.....	8
1.3.5 En silo-couloir sous abri.....	8
1.3.6 Tricompostage.....	8
1.3.7 Biométhanisation	9
CHAPITRE 2 PROBLÈMES DE COLLECTE	10
2.1 État actuel de la collecte de la 3 ^e voie.....	10
2.2 Problèmes rencontrés lors de la collecte de la 3 ^e voie.....	13
CHAPITRE 3 OPÉRATIONS SUR LES PLATEFORMES DE COMPOSTAGE	16
3.1 Description des opérations de compostage.....	16
3.2 Compostage en systèmes ouverts.....	18
3.3 Compostage en systèmes fermés.....	18
3.4 Qualité des intrants.....	18
3.4.1 Problèmes liés à la collecte	18
3.4.2 Présence des contaminants.....	19
3.5 Difficultés technologiques.....	20
3.5.1 Séparation des matières organiques.....	20
3.5.2 Logistique sur site.....	20
3.5.3 Contraintes climatiques.....	21
CHAPITRE 4 PISTES POUR OPTIMISER LA QUALITÉ DU COMPOST	23
4.1 Information sensibilisation éducation.....	23

4.2	Réforme de la collecte.....	23
4.2.1	Collecte pneumatique des déchets.....	23
4.2.2	L'apport volontaire en conteneurs.....	25
4.2.3	La collecte dans des sacs colorés.....	25
4.2.4	Collecte sans tri.....	25
4.3	Collaboration citoyenne.....	25
4.3.1	Renforcement positif.....	26
4.3.2	Tarifcation incitative.....	26
4.3.3	Feed-back (rétroaction).....	27
4.4	Stratégies comportementales.....	28
4.5	Stratégies technologiques.....	28
4.5.1	Intégration d'ouvre sac dans la chaîne.....	29
4.5.2	Introduire un broyeur.....	29
4.5.3	Robot trieur.....	29
4.5.4	Implication des ICI dans la collecte des matières organiques.....	30
CHAPITRE 5 ANALYSE DES PISTES DE SOLUTION.....		31
5.1	Choix et description des critères.....	31
5.1.1	Impact sur les problèmes identifiés.....	31
5.1.2	L'impact sur la modification de l'habitat.....	32
5.1.3	Les émissions de gaz à effet de serre liées à la solution.....	32
5.1.4	Cout de construction.....	32
5.1.5	Frais d'exploitation.....	32
5.1.6	Cout des ressources humaines.....	33
5.1.7	Acceptabilité sociale.....	33
5.1.8	Création d'emploi.....	33
5.1.9	Commodité pour la population.....	34
5.1.10	Facilité d'implantation de la solution.....	34
5.2	Évaluation des pistes de solution.....	34
5.3	Analyse multicritère.....	36
5.4	Explication des notes attribuées.....	40
5.4.1	Impact sur les problèmes identifiés.....	40
5.4.2	L'impact sur la modification de l'habitat.....	40

5.4.3	Les émissions de gaz à effet de serre lié à la solution	40
5.4.4	Cout de construction	41
5.4.5	Frais d'exploitation	41
5.4.6	Cout des ressources humaines.....	42
5.4.7	Acceptabilité sociale.....	42
5.4.8	Création d'emploi.....	43
5.4.9	Commodité pour la population	43
5.4.10	Facilité d'implantation de la solution.....	43
5.5	Limite de l'analyse	44
5.6	Résultats de l'analyse	44
CHAPITRE 6 RECOMMANDATIONS.....		45
6.1	Recommandations pour améliorer la collecte	45
6.1.1	Couverture du territoire	45
6.1.2	Augmentation de la taxe à l'enfouissement de la MO	46
6.1.3	Facilitation de la collecte aux ICI	46
6.2	Recommandation pour améliorer collaboration citoyenne.....	47
6.2.1	Réduction à la source	47
6.2.2	Participation citoyenne.....	47
6.3	Recommandation pour pallier aux problèmes des contaminants	48
6.4	Collecte en vrac des putrescibles dans les bacs	48
6.5	Alternative au compostage	48
CONCLUSION		49
RÉFÉRENCES		50

LISTE DES FIGURES

Figure 1.1	Hiérarchisation de la gestion des matières organiques	6
Figure 2.1	Distribution des matières organiques générées au Québec (2014)	12
Figure 3.1	Schéma de procédé de compostage de la plateforme A.....	16
Figure 3.2	Séparateur à tambour rotatif et mailles du tambour entre les pointes ouvre-sac	17
Figure 3.3	Rejet en fin de tambour des sacs plastiques résistant à l'ouverture et de leurs contenus.	20
Figure 3.4	Ordures en andain et tas de déchets collectés en attente de traitement	21
Figure 3.5	Synthèse des problèmes rencontrés	22
Figure 4.1	Principe de la collecte pneumatique selon trois catégories.....	24

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1.1	Matières organiques produites, recyclées et éliminées dans les secteurs municipaux et ICI.....	4
Tableau 5.1	Sens des pondérations utilisées pour chacun des critères.....	35
Tableau 5.2	Sens des pointages attribués pour chacun des critères	36
Tableau 5.3	Analyse multicritère.....	38
Tableau 5.4	Analyse multicritère pondérée	39

LISTE DES ACRONYMES, DES SYMBOLES ET DES SIGLES

3RV-E	Réduction réemploi recyclage valorisation élimination
ACDC	Aide au compostage domestique et communautaire
BNQ	Bureau de normalisation du Québec
C/N	Rapport carbone/azote
CH ₄	Méthane
CMM	Communauté métropolitaine de Montréal
CMQ	Communauté métropolitaine de Québec
CO ₂	Dioxyde de carbone
CRD	Construction rénovation et démolition
ÉEQ	Éco Entreprises Québec
GES	Gaz à effet de serre
GMR	Gestion de matières résiduelles
H ₂ O	Vapeur d'eau
ICI	Industries commerces institutions
IRDA	Institut de Recherche et de Développement en Agroenvironnement
ISÉ	Information sensibilisation éducation
ISQ	Institut de la statistique du Québec
LET	Lieu d'enfouissement technique
LQE	Loi sur la Qualité de l'Environnement
MDDELCC	Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques
MDDEP	Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs
MO	Matières organiques
MR	Matières résiduelles
MRC	Municipalités régionales de comté
OCDE	Organisation de Coopération et de Développement Économiques
PGMR	Plan de gestion des matières résiduelles
PQGMR	Politique québécoise de gestion des matières résiduelles
RA	Résidus alimentaires
RV	Résidus verts
t	Tonne

INTRODUCTION

La 3^e Politique de gestion des matières résiduelles au Québec cible l'atteinte de l'objectif fondamental, soit « éliminer une seule matière résiduelle au Québec : le résidu ultime ». Pour cela, l'élaboration d'une stratégie est requise afin de bannir, d'ici 2020, l'élimination de la matière organique putrescible. (Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs [MDDEP], 2011) Toutefois, le territoire québécois est vaste et la gestion des matières organiques (MO) doit tenir compte des contraintes physiques, technologiques, financières et humaines pour optimiser les opérations des plateformes de compostage. Ces matières représentent 47 % de la poubelle des Québécois soit plus de 1,3 million de tonnes selon le dernier bilan de RECYC-QUÉBEC (RECYC-QUÉBEC, 2017). Ces matières comprennent, entre autres, les résidus alimentaires (RA), les résidus verts (RV), les boues municipales et des installations septiques. La mauvaise gestion de ces résidus a des impacts négatifs sur l'environnement. Que ce soit par lixiviation ou par la production de gaz à effet de serre (GES), les matières organiques ont des conséquences non négligeables dues à leur élimination. (MDDEP, 2011)

La maîtrise de la qualité des déchets qui entrent dans la filière de compostage est une condition clé pour garantir la qualité du compost. En effet, les déchets intrants sont bien les « matières premières » de cette filière de production d'amendements organiques. La contamination des bacs bruns par des résidus non putrescibles détériore la qualité du compost produit, ce qui met en péril le recyclage subséquent des matières putrescibles transformées. Il faut également savoir qu'environ 20 % des matières collectées enregistrées sur certaines plateformes de compostage sont réorientées vers l'enfouissement (Opérateur A, 2017, 9 novembre). En réponse à ces nombreuses préoccupations, cet essai propose des pistes de solution afin d'optimiser de la qualité des intrants sur une plateforme de compostage pour maximiser le recyclage des putrescibles. Il trouve donc sa place dans ce contexte général. L'objectif principal de cet essai est de permettre le recyclage de la quasi-totalité des matières organiques entrant sur les plateformes de compostage.

L'objectif principal de cette production écrite est d'optimiser la qualité des intrants et des traitements sur les plateformes de compostage. Pour atteindre cette finalité, il sera nécessaire de passer par cinq objectifs spécifiques. Tout d'abord, les difficultés dans l'opérationnalisation de la collecte de 3^e voie sont répertoriées. Par la suite, les difficultés opérationnelles dans les opérations de démarrage sur les plateformes de compostage sont décrites. Puis, l'identification des pistes de solution pour l'amélioration de la qualité des intrants et le traitement des matières putrescibles sont par la suite analysées. Enfin, des

recommandations sont proposées afin de permettre l'atteinte de l'objectif de bannissement des matières organiques putrescibles dans les sites d'enfouissement d'ici 2020.

Cet essai s'articule autour de six chapitres. Le premier chapitre fait la mise en situation de la situation actuelle. À ce niveau, les matières organiques ciblées sont identifiées ainsi que la hiérarchisation des modes de gestion à préconiser suivi d'une description des modes de traitement biologique. Le second chapitre touche aux problèmes de collecte. Ce chapitre est consacré à la collecte de la 3^e voie, il fait ressortir l'état des lieux ainsi que les problèmes identifiés lors de l'implantation dans certaines municipalités. Le chapitre trois décrit les opérations sur une plateforme de compostage ainsi que la description des deux systèmes de compostage les plus répandus au Québec (fermé et ouvert). Ce chapitre fait également ressortir les difficultés sur les plateformes de compostage. Le quatrième chapitre est une revue de littérature des pistes de solution pouvant optimiser la gestion des matières organiques. Par la suite, une grille d'analyse de développement durable est élaborée afin d'analyser les pistes de solutions dans le cinquième chapitre. Suite à cela, le sixième chapitre dévoile les recommandations faites pour atteindre l'objectif de l'essai.

CHAPITRE 1 MISE EN SITUATION

Le plan d'action de la 3^e Politique québécoise de gestion des matières résiduelles (PQGMR) énonce des objectifs ciblés pour le secteur résidentiel, celui des industries, commerces et institutions (ICI) ainsi que pour le secteur de la construction, rénovation et démolition (CRD). Notamment, trois objectifs de bannissement de l'élimination sont énoncés dans le plan d'action; celui du papier carton pour 2013 suivi du bois pour 2014 et, par la suite, l'ensemble des matières organiques putrescibles pour l'horizon 2020. Cet essai concerne une partie des flux de matières résiduelles, celui des matières organiques (MO), qui devront bientôt être recyclées plutôt qu'éliminées.

1.1 Les matières organiques ciblées

La PQGMR définit les matières putrescibles au moyen d'une énumération déclarative, et non par la mesure des propriétés de biodégradabilité de chacun des matériaux. Les MO désignées regroupent les résidus verts, les restes de table et deux types de boues, soit les boues municipales et les boues industrielles. Ces dernières comprennent essentiellement des biosolides papetiers et des boues d'abattoir. Chez ces matériaux, la rapidité de décomposition est due au rapport carbone-azote inférieur à 70. Par ailleurs, les papiers absorbants et les cartons cirés ou souillés par des matières putrescibles sont peu recyclables, ils sont donc assimilés aux matières organiques putrescibles et subissent les mêmes traitements biologiques que les résidus alimentaires et verts.

En 2015, le Québec a enfoui ou incinéré 75 % des 4,4 millions de tonnes de résidus organiques putrescibles; cette statistique ne prend pas en compte les tonnages de l'industrie agroalimentaire. Au secteur municipal, 29 % des tonnages de résidus verts, résidus de table et boues ont été détournés de l'élimination, tandis que ce détournement atteint 34 % pour les ICI. En ce qui concerne les « autres résidus » générés par les ICI, le taux de recyclage tombait à 3 % (RECYC-QUÉBEC, 2017a). Le tableau 1.1 ventile la quantité de matières organiques produites, recyclées et éliminées au Québec en 2015.

Tableau 1.1 Matières organiques produites, recyclées et éliminées dans les secteurs municipaux et ICI
(inspiré de RECYC-QUEBEC, 2017a)

		Généré (t)	Recyclé (t)	Éliminé (t)
Secteur municipal	Résidus verts et alimentaires	1 498 000	256 000	1 242 000
	Résidus de boues	851 000	431 000	420 000
	Total	2 349 000	687 000	1 662 000
Secteur ICI	Résidus verts, alimentaires et boues	1 066 000	367 000	699 000
	Autres résidus	997 000	29 000	968 000
	Total	2 063 000	396 000	1 667 000
Total généré		4 412 000	1 083 000	3 329 000

1.1.1 Catégories d'origine résidentielles

La récupération des résidus alimentaires et des résidus verts des ménages prend diverses formes. Les citoyens détournent de la collecte une partie des résidus alimentaires et des résidus verts en pratiquant l'herbicyclage et le compostage domestique. Des municipalités interviennent pour favoriser ces pratiques par de la formation, du financement ou une réglementation. Par ailleurs en 2010, RECYC-QUÉBEC recensait près de 250 organismes municipaux, représentant plus de 70 % des ménages québécois, qui offraient la collecte ponctuelle des résidus verts, y compris dans plusieurs cas, celle des branches durant la saison estivale et celle des sapins en hiver. Certaines municipalités compostaient elles-mêmes ces résidus et redistribuaient le compost aux citoyens. Plus d'une centaine de municipalités offraient, sur tout leur territoire ou sur une partie de celui-ci, un service de collecte visant l'ensemble des matières organiques, y compris les résidus alimentaires, par l'ajout d'une collecte régulière de la troisième voie au moyen de bacs bruns. Le taux de recyclage des résidus verts et alimentaires municipaux a augmenté de 4% en 2015 par rapport à 2012 et s'élevait à 17% (RECYC-QUEBEC, 2017b).

1.1.2 Catégories d'origine ICI

Peu de municipalités offrent un service de collecte ou traitement des matières recyclables adapté aux ICI sur leur territoire et encore moins pour les matières organiques. Seulement quelques organismes municipaux offrent de tels services, par exemple à Québec, à Sherbrooke et à Victoriaville. Certains ICI ont mis en place des systèmes individuels de compostage pour leurs matières et d'autres ont fait appel à une entreprise qui organise la récupération et la collecte de leurs résidus végétaux pour les destiner au co-compostage à la ferme. En excluant les boues et les biosolides industriels, la récupération des matières organiques dans les ICI demeure globalement mise à l'égard, alors même que l'homogénéité ce flux

simplifie la collecte. Les données recueillies permettent d'estimer que le secteur des ICI avec les industries papetières a généré un peu plus de 2 millions de tonnes de matières organiques en 2015. Environ 19 %, soit 396 000 tonnes des résidus organiques de ce secteur ont été recyclées cette année-là, si on exclut ceux de l'industrie agroalimentaire qui sont en majorité recyclés. (RECEC-QUÉBEC, 2017b)

Le secteur ICI regroupe trois sous-sections, chacune d'elle ayant des caractéristiques bien différentes:

Le sous-secteur industriel produisant la plus grande quantité de matières organiques comprend les industries de pâtes et papiers ainsi que les industries agroalimentaires. L'information sur ces deux types industriels est analysée par RECYC-QUÉBEC lors des bilans de gestion des matières résiduelles. Il faut toutefois considérer que la plupart des résidus organiques générés par ces industries sont des boues de procédés. (Bouffard, 2015)

Le sous-secteur commercial regroupe les commerces de type service, restaurant, dépanneur, hôtel, bar, épicerie, pharmacie, etc. Ils sont donc très différents les uns des autres et ne produisent pas les mêmes types et quantités de matières organiques. En moyenne 41 % des ordures de ce sous-secteur sont composées de MO. (Bouffard, 2015)

Enfin, le sous-secteur institutionnel comprend le réseau de la santé, le réseau de l'éducation, les administrations publiques et privées, les institutions financières, les musées ainsi que les institutions religieuses et culturelles. Environ 30 % des matières résiduelles générées sont des MO (Bouffard, 2015).

1.2 Priorisation parmi les modes de gestion

La bonne gestion de ces déchets est hiérarchisée en suivant les 3RV-E (Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs [MDDEP], 2011). Puisque cet essai vise l'amélioration de la qualité des intrants, le respect de cette hiérarchisation reste incontournable pour une bonne analyse et afin d'atteindre les objectifs de la PQGMR. Selon cette hiérarchie, les actions à privilégier dans la gestion des matières résiduelles sont, dans l'ordre : la réduction (R) à la source, le réemploi (R), le recyclage (R), la valorisation (V) (énergétique par exemple) et finalement, l'élimination (E), d'où l'acronyme 3RV-E.

D'autres modèles présentent cependant un meilleur degré de précision et s'appliquent spécifiquement à la gestion du gaspillage alimentaire. C'est le cas de la pyramide inversée de l'US EPA, présentée à la figure 1.1

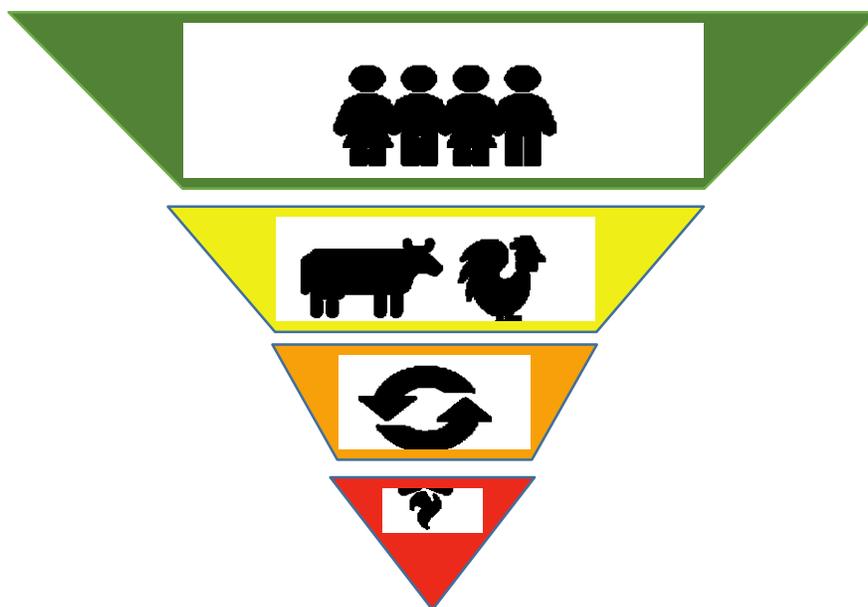


Figure 1.1 Hiérarchisation de la gestion des matières organiques (Inspiré de Papargyropoulou, E., Lozano, R., Steinberger, J. K., Wright, N., et bin Ujang, Z. [2014])

Les politiques ne s'occupent cependant pas du cœur du problème, à savoir la génération de ces déchets. La Directive-cadre relative aux déchets semble toutefois reconnaître et encourager la prévention du gaspillage. C'est une façon d'exprimer le premier R, soit la réduction à la source. (Commission européenne, 2014) Tout au haut des actions à entreprendre, la figure 3.1 illustre le deuxième R, le réemploi, par la distribution des restes d'aliments aux personnes dans le besoin. Par la suite, certains restes de nourriture peuvent également servir en réemploi dans l'élevage comme nourriture des animaux. En plus de ces options, pour le 3^e R, le tri à la source des MO s'impose afin d'avoir un flux suffisamment propre dans le cycle de recyclage. Si rien de cela n'est possible, le E de l'élimination s'en suit, mais elle n'est pas envisageable, puisque non durable. La PQGMR est basée également sur la hiérarchie des 3RV-E, dans le même contexte cette solution ultime de l'élimination sera bannie à partir de 2020.

1.3 Les traitements microbiologiques

La matière organique présente un caractère spécifique qui est sa capacité d'être biodégradable. La dégradation peut se dérouler en deux phases : soit la phase aérobie ou anaérobie en absence d'air. En fonction de la voie, les microorganismes responsables de la dégradation sont différents et de nombreux paramètres varient.

1.3.1 Compostage domestique

Dans un contexte domestique, le compost peut être généré à l'échelle résidentielle. L'adoption des compostières domestiques sur un territoire simplifie d'autant les traitements municipaux, puisqu'elles soulagent des tonnages qui n'ont pas à être récupérés, transportés et transformés. Le participant fournit un peu plus d'efforts, puisque la compostière domestique fonctionne au mieux lorsque les MO sont retournées aux semaines, sauf en hiver.

Le compostage domestique permet de composter uniquement les matières organiques d'origine végétale, c'est-à-dire les résidus verts et les restes de table à l'exception des viandes, des poissons et des produits laitiers. Les produits laitiers ou d'origine animale sont considérés comme des contaminants dans ce cas, car ils dégagent des odeurs qui attirent la vermine et les rongeurs, alors que les plantes malades ou montées en graines risquent de propager des maladies ou des mauvaises herbes. Les excréments d'animaux sont également exclus, car sont des vecteurs potentiels d'agents pathogènes. (RECYC-QUÉBEC, 2017c); Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques [MDDELCC], 2018a)

1.3.2 Compostage communautaire

Le compostage communautaire est une approche intéressante pour les municipalités à faible population. Elle est facile à intégrer auprès des résidents et peut venir compléter les programmes de promotion de l'herbicyclage et de compostage domestique. Cette solution est très souvent pratiquée lorsque le territoire dispose de jardins communautaires dans lesquels des compostières de grande taille sont mises à la disposition des participants. Le programme Aide au compostage domestique et communautaire (ACDC) vise à soutenir les municipalités et les communautés autochtones afin qu'elles contribuent à détourner les matières organiques de l'élimination et qu'elles réduisent leurs émissions de gaz à effet de serre en mettant en place des équipements de compostage domestique ou communautaire. Il s'adresse aux municipalités de moins de 5 000 personnes, sauf celles comprises dans le territoire de la Communauté métropolitaine de Québec (CMQ) ou de la Communauté métropolitaine de Montréal (CMM), aux municipalités régionales de comté (MRC) et aux communautés autochtones. (Blackburn, 2010 ; RECYC-QUÉBEC, 2017c)

1.3.3 Compostage industriel

L'essentiel du tonnage des matières organiques destinées au recyclage rejoint les opérateurs industriels du compostage. La plupart d'entre eux pratiquent des traitements sur une plateforme ouverte exposée aux intempéries et aux aléas du climat, certains opèrent de façon continue dans des espaces abrités. Le compostage est une approche aérobie où les microorganismes transforment les MO biodégradables. Le

gaz dioxyde de carbone CO₂ et la vapeur d'eau H₂O se perdent dans l'atmosphère. Le compost est la matière organique solide qui résulte d'une dégradation partielle.

Son parallèle est la dégradation anaérobie des mêmes matériaux, mais dans un réacteur fermé pour récupérer les gaz méthane CH₄, dioxyde de carbone CO₂ et la vapeur d'eau H₂O. Le digestat est la matière organique solide qui résulte d'une dégradation partielle. (Olivier, 2016)

1.3.4 En andain sur plateforme ouverte

Les sites de compostage en systèmes ouverts utilisent la méthode des andains retournés et des piles statiques aérées. Les andains retournés sont des piles de résidus organiques de forme allongée. Ils sont retournés à l'aide d'une pelle mécanique ou d'un retourneur d'andain spécialisé, afin de procurer l'aération nécessaire et d'accélérer la biotransformation. Les piles statiques aérées, quant à elles, ne sont pas retournées. L'aération est plutôt forcée par le dessous de la pile et passe au travers de la matière. Cette technologie demande plus d'infrastructures, elle est donc plus dispendieuse que les andains retournés. Toutefois, ces deux méthodes sont les plus simples et les plus abordables. Elles requièrent beaucoup d'espace au sol sur une plateforme étanche ainsi que la récupération et le traitement des liquides qui s'en écoulent. La localisation impose un site très éloigné des habitations afin d'éviter les nuisances dues aux odeurs. (Misra, Roy, et Hiraoka, 2005)

1.3.5 En silo-couloir sous abri

Les méthodes en bâtiments fermés permettent de composter à l'intérieur, et donc de mieux contrôler les nuisances. Elles incluent plusieurs types de systèmes fermés, tels les silos-couloirs, les andains sous couvert, et les conteneurs. Ces méthodes bénéficient d'une agitation mécanique et d'un contrôle de l'aération pour que l'air vicié soit traité avant de retourner à l'extérieur. La décomposition de la matière est plus rapide et la superficie du site est réduite, mais le coût des technologies utilisées est supérieur aux techniques en aires ouvertes.

1.3.6 Tricompostage

Certaines municipalités choisissent de ne pas recueillir séparément les matières organiques des résidus destinés à l'élimination. C'est ce que réalisait Valoris en Estrie pour sa chaîne de tri du contenu des bacs noirs. Les déchets ultimes des bacs noirs au complet sont déversés dans une installation industrielle pour un tri mécanobiologique. Le contenu est à la fois trié pour séparer les matières compostables et non compostables, et ensuite composté sur le site avec l'une des méthodes microbiologiques. Le désavantage majeur de cet enchaînement spécifique de collecte, de séparation et de compostage est la moins bonne qualité du compost obtenu, attribuable notamment aux contaminants qui n'ont pas été bien séparés à la

source et se retrouvent dans le compost. Par exemple, des particules de verre ou des métaux lourds provenant de résidus domestiques dangereux peuvent s'y retrouver. Son principal avantage est d'accéder à l'entièreté des matières organiques, puisque la méthode ne dépend pas de la volonté des citoyens ou de leur efficacité de trier à la source.

1.3.7 Biométhanisation

Cette dernière technologie est une dégradation de la matière organique par les bactéries anaérobies, c'est-à-dire opérant en l'absence d'oxygène. Formellement, les transformations anaérobies ne sont pas parmi les technologies de compostage, mais elles sont parallèles à celui-ci. Cette digestion a lieu dans des bioréacteurs fermés et produit un mélange de gaz, composé principalement de méthane et de gaz carbonique. Les gaz ainsi produits peuvent être convertis en énergie (électricité ou chaleur); il s'agit donc d'une forme de valorisation énergétique. Le digestat, composé de la fraction des MO n'étant pas transformée en gaz, doit par la suite être recyclé au sol ou composté par l'une des techniques centralisées vues précédemment. (RECYC-QUÉBEC, s. d.a)

CHAPITRE 2 PROBLÈMES DE COLLECTE

Pour réaliser des activités industrielles de compostage sur un flux propre, une procédure de collecte des matières organiques doit être mise en place. Ce chapitre fait ressortir différents aspects de la problématique liée à l'implantation d'une collecte de la 3^e voie, celle qui utilise habituellement les bacs dédiés bruns.

2.1 État actuel de la collecte de 3e voie

La 3^e politique québécoise de gestion des matières résiduelles (2011-2015) encadre le compostage des matières organiques, son plan d'action sur la gestion des matières résiduelles analyse les objectifs de la filière MO. La quatrième stratégie de ce plan consiste à mener des actions pour atteindre l'objectif de zéro matière putrescible acheminée aux sites d'enfouissement (bannir les matières organiques de l'élimination). Elle entend mettre sur pied des stratégies concrètes par un investissement de 650 millions de dollars pour le bon fonctionnement des projets de recyclage par compostage ou biométhanisation (Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques [MDDEP], 2011). Recyc-Québec est l'organisme gouvernemental responsable de ce secteur d'exploitation.

Les matières organiques (MO) générées par le secteur municipal comprennent les boues municipales, les résidus verts et les résidus alimentaires résidentiels, mais aussi une partie des MO assimilables du secteur des ICI, lorsque ces derniers sont desservis par les municipalités. L'information sur les quantités de matières putrescibles gérées par le secteur municipal est maintenant bien connue. Par contre, jusqu'à présent, il est difficile d'évaluer les quantités et le type de matières résiduelles générées par la majorité du secteur des ICI par manque d'informations et à cause du faible taux de participation à la collecte de 3^e voie. Dépendamment des sous-secteurs d'activités au sein des ICI, les variations dans la quantité de MO générée et dans la fraction récupérable de celles-ci peuvent s'avérer élevées. En 2012, dans le bilan établi par Recyc-Québec, les ICI avaient générés à eux seuls plus de 50 % des 4,7 millions de tonnes de résidus organiques au Québec et ce même en faisant abstraction des résidus agroalimentaires. Ces derniers ont été exclus du bilan de l'année 2012 pour des raisons méthodologiques (RECYC-QUÉBEC, 2014).

L'objectif principal de la politique québécoise de gestion des matières résiduelles à long terme en ce qui concerne la GMR est que seul le résidu ultime emprunte le chemin de l'élimination. Cela est défini comme :

« Résidu ou déchet qui résulte du tri, du conditionnement et de la mise en valeur des matières résiduelles et qui n'est plus susceptible d'être traité dans les conditions techniques et économiques disponibles pour en extraire la part valorisable ou en réduire le caractère polluant ou dangereux » (MDDELCC, 2015).

La nature des MR est définie au Québec par la loi sur la qualité de l'environnement (LQE) :

« Tout résidu d'un processus de production, de transformation ou d'utilisation, toute substance, matériau ou produit ou plus généralement tout bien meuble abandonné ou que le détenteur destine à l'abandon » (L.R.Q., c, Q-2, art. 1, al. 11).

Étant donné que le présent essai se concentre sur la gestion des MO putrescibles qui proviennent d'une collecte de 3e voie municipale ou d'une collecte de 3e voie ICI, soit les résidus alimentaires et résidus verts des ménages québécois, le terme MO sera désormais employé pour désigner cette catégorie précise.

En 2010, environ 3 160 000 tonnes de matières résiduelles (MR) étaient produites par les ménages québécois (Éco Entreprises Québec [ÉEQ], 2015). De celles-ci, la majorité des MR résidentielles est constituée de MO dans une proportion variant, selon les sources, de 47 à 57 % (ÉEQ, 2015 ; Olivier, 2016 et Institut de la statistique du Québec [ISQ], 2016). Le rapport 2017 de Recyc-Québec identifie 63,6 % de récupération globale des matières résiduelles du secteur résidentiel durant la période 2012-2016. De ce fait, pour l'atteinte d'objectifs élevés, le réacheminement des matières organiques vers la bonne filière de traitement devient plus qu'essentiel. Les avantages environnementaux qui résultent du détournement des matières organiques hors des sites d'enfouissement sont énormes. C'est principalement la diminution des émissions de méthane qui contribue fortement à l'effet de serre, ainsi qu'une réduction de la charge des lixiviats générés dans les sites d'enfouissement. Aussi, l'allongement du cycle de vie de la MO, en fonction du choix de la méthode de traitement, permet la production d'un compost utile ou d'une énergie carboneutre qui provient d'une biomasse renouvelable. Environ 1 546 000 tonnes humides de matières sont générées par le secteur résidentiel (RECYC-QUÉBEC, 2014), cela représente un total de 187 kg/pers/an de MO pour la période de 2012-2013 (ÉEQ, 2015). La répartition de ces MO résidentielles est de 75 % de résidus verts (gazon, feuilles et autres résidus de jardin), 16 % de résidus alimentaires, 5 % d'autres matières organiques et 4 % de rejets (figure 2.1) (RECYC-QUÉBEC, 2014).

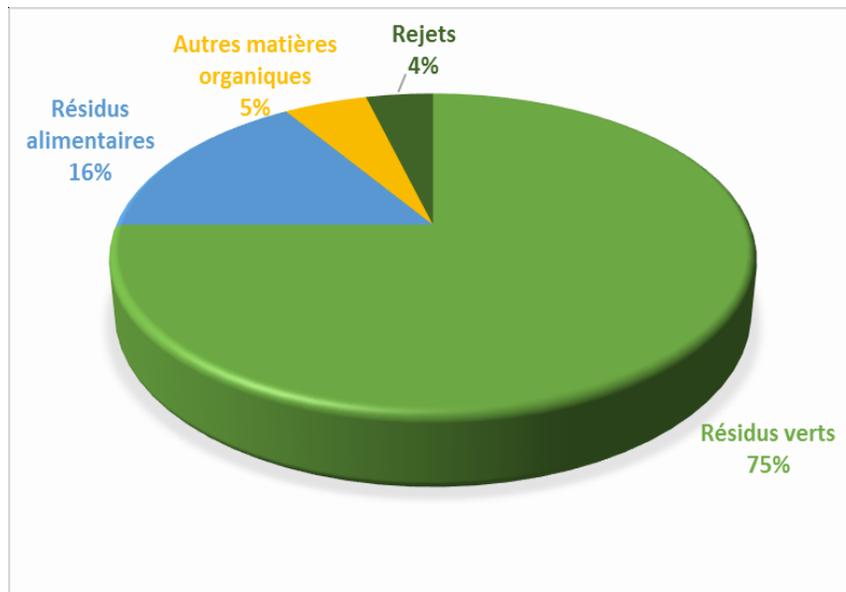


Figure 2.1 Distribution des matières organiques générées au Québec (2014) (RECYC-QUÉBEC, 2014)

Le bilan 2015 de la GMR de RECYC-QUÉBEC fait ressortir que le taux de recyclage global pour les matières organiques putrescibles, excluant le secteur agroalimentaire, a augmenté de 3 % entre 2012 et 2015, atteignant 25 %. Le secteur municipal incluant les résidus verts, le bac brun ainsi que les boues municipales sont recyclés à près de 29 % qui correspondent à une augmentation de 9 % par rapport à 2012. Cette performance du secteur municipal reste de loin inférieure à l'objectif intérimaire fixé par le plan d'action 2011-2015 de la politique québécoise de gestion des matières résiduelles qui était de recycler 60 % les matières organiques putrescibles en 2015. (RECYC-QUÉBEC, 2015a)

En plus de ces soucis, la qualité du compost obtenu a aussi un impact sur l'atteinte des objectifs de la PQGMR. La catégorisation des composts en fonction de leurs composants est régie par la norme nationale sur les composts CAN/BNQ 0413-200, établie en 1995 par le Bureau de normalisation du Québec (BNQ). Celle-ci a été révisée en 2014 par l'Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA) (Hébert, 2012) (RECYC-QUÉBEC, 2015b). Cette caractérisation classe les composts sur trois niveaux dont les deux premiers, à savoir les composts de qualité AA et A, n'ont aucune restriction d'utilisation, tandis que les composts de type B présentent des exigences minimales d'utilisation en plus d'être soumis à des restrictions fédérales et provinciales (Olivier, 2016). La fraction des composts produits qui n'atteint pas les catégories mentionnées est confinée à des usages palliatifs tel le recouvrement des cellules d'enfouissement

d'un lieu d'enfouissement technique (LET), la restauration de sites miniers incultes ou cas limites, sont même destinés eux-mêmes à l'élimination. Cette dernière destination ne sera en théorie plus possible à partir de 2020 selon le calendrier du plan d'action de la 3^e politique de gestion des matières résiduelles.

À l'évidence, pour que les composts soient vraiment utiles, les critères de qualité des composts de type B seront un strict minimum à atteindre dans l'industrie du compostage. Compte tenu des restrictions associées à l'utilisation des composts B, l'amélioration des techniques et des procédés de compostage est plus que nécessaire, elle est primordiale.

2.2 Problèmes rencontrés lors de la collecte de la 3^e voie

Recyc-Québec a décrit l'état des lieux chez les MRC et villes qui développent de bonnes pratiques de traitement des MO ainsi que le processus d'implantation de la collecte de troisième voie dans ces localités. Cette étude apporte des statistiques sur le taux de récupération des matières organiques ainsi que sur le taux de participation des ménages et des ICI à la collecte des matières organiques. Les technologies ainsi que les difficultés rencontrées sont aussi mentionnées pour chaque ville. Cette section s'attache à les faire ressortir (RECYC-QUÉBEC, 2017). Trois cas types sont présentés ci-dessous.

Premier cas la ville de Gatineau, 71 % des unités résidentielles étaient desservies par la collecte en 2014. Cela représente toutes les résidences de 1 et 2 logements, 58 % des 3 à 8 logements ainsi que 3 % des plus de 9 logements. Le taux de récupération s'élevait à 41 % avec l'objectif de 60 % en 2015. Le taux de participation à la collecte des matières organiques en 2013 est évalué à 50 % des résidences desservies. Le compostage en silos-couloirs (système fermé) avec aération forcée est la technologie utilisée. Quant aux problèmes recueillis, ils concernent :

- Bris de bacs fréquents selon les enquêtes en 2011;
- Problématiques liées aux odeurs, mouches et vers blancs;
- Faible participation des multilogements;
- Certains citoyens disent être moins informés sur les matières acceptées pour le compostage que pour le recyclage;
- Certains citoyens ne pensent pas générer suffisamment de matières pour justifier l'opération d'un 3^e bac;
- Démarrage de la collecte et du traitement des matières organiques durant l'été lors de canicules qui a découragé plusieurs citoyens et employés.

Deuxième cas, la MRC d'Acton et des Maskoutains comptabilise un taux de récupération de 69 % en 2014, incluant les boues municipales et de fosses septiques. Elle opte pour la biométhanisation en phase liquide suivie d'un traitement des digestats en mode aérobie. Les problèmes rencontrés dans la localité en début de l'implantation sont les odeurs et les vers blancs. Ils résultent surtout de la présence de matière non autorisée (viande crue) dans les bacs. Le gel des matières dans les bacs a également un impact sur la participation en hiver.

Troisième cas, la MRC de Montcalm a opté pour le compostage en andains retournés (système ouvert). Pour une meilleure participation citoyenne, 20 % du compost produit est offert aux municipalités de la MRC sur demande écrite et paiement du transport pour la distribution en vrac aux citoyens. Le reste est utilisé comme matériel de recouvrement au site d'enfouissement. Les problèmes rencontrés dans le processus de gestion des MO sont :

- Contamination des matières dans les bacs;
- Augmentation du nombre de bacs dans la maison (manque d'espace);
- Bac inutilisé pour les résidences en zone agricole;
- Adaptation aux nouvelles contraintes reliées à la collecte 100 % mécanisée, qui n'autorise rien d'autre que les bacs (pas de sacs ou autres contenants pour matières résiduelles supplémentaires).

Quatrième cas, à la MRC de Coaticook en Estrie, le système est semblable au précédent, mais le compostage en andains sur plateforme utilise le retournement par chargeur. En 2012, 48 % des matières organiques générées ont été récupérées. Selon un sondage effectué à Coaticook, le taux de participation en 2011 atteint 75 % des personnes en multilogements desservis. Les difficultés rencontrées sont :

- Confusion auprès des citoyens quant à la possibilité d'utiliser des sacs de plastique compostables ou de papier pour récupérer les matières organiques;
- Convaincre les restaurateurs d'adhérer au programme de collecte des matières organiques;
- Convaincre les municipalités de réduire la fréquence de collecte.

Dernier cas, la ville de Lévis, mentionnée comme étant une référence par l'excellence de sa GMR, utilise le compostage en piles statiques (système ouvert) avec aération forcée. Une partie du compost produit est retourné à la ville pour distribution aux citoyens de mai à octobre, et une

partie est utilisée dans les parcs et les espaces verts municipaux. Les problèmes rencontrés dans l'implantation de la collecte de la troisième voie sont :

- Gestion d'un troisième bac par les citoyens;
- Diminution de la fréquence de collecte des ordures ménagères;
- Interdiction d'utiliser des sacs en plastique pour les résidus verts;
- Beaucoup de temps consacré aux changements d'habitude à domicile.

CHAPITRE 3 OPÉRATIONS SUR LES PLATEFORMES DE COMPOSTAGE

Afin de pouvoir proposer des solutions pour optimiser les opérations des plateformes de compostage, un portrait des opérations est requis de même qu'une classification des problèmes rencontrés sur les plateformes de compostage. Ce chapitre fait une description de certaines techniques actuelles observées pour le traitement des matières organiques au Québec. Ce portrait découle d'une visite en novembre 2017 chez un très grand opérateur de plateforme de compostage, lieu identifié dorénavant sous le nom « plateforme A », pendant que l'exploitation était encore en phase d'été. Suit une description des problèmes rencontrés.

3.1 Description des opérations de compostage

Les techniques et les filières de traitement des déchets urbains par compostage sont adaptées en fonction de la nature des déchets à traiter, de la capacité de traitement, des moyens financiers et de la taille de l'exploitation. Ces méthodes nécessitent toutes un transport des matières par camion sur des distances plus ou moins longues vers une infrastructure industrielle dédiée. La figure 3.1 ci-dessous illustre le procédé de compostage observé sur la plateforme A.

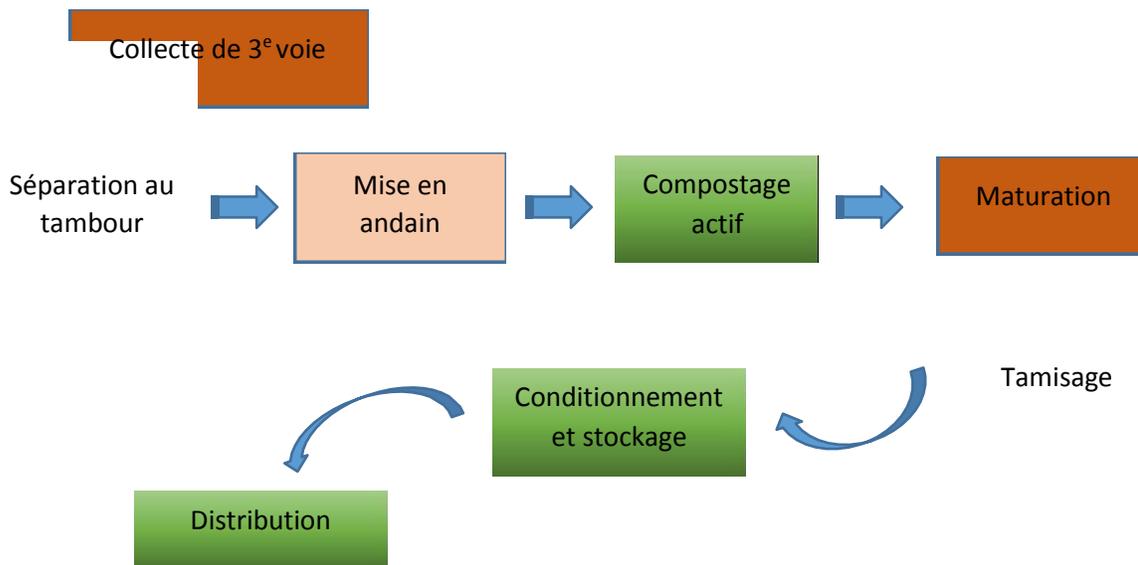


Figure 3.1 Schéma de procédé de compostage de la plateforme A

Après la collecte de porte-à-porte du contenu des bacs bruns de la 3^e voie, les MO sont acheminés sur les sites de traitement. En fonction de la technologie mise en place, chaque plateforme procède selon les types de matières à traiter. Actuellement, la plateforme A opère en mode ouvert.

La première étape est l'accueil des camions qui apportent les MO sur la plateforme. Elles sont accumulées le plus brièvement possible, car le tambour du séparateur rotatif fonctionne en continu sauf pour son entretien. Le tambour est choisi pour la taille des mailles qui laissent passer la MO. La rotation sert à la fois à ouvrir les sacs, casser les mottes, trier et broyer les déchets afin de faciliter la décomposition ultérieure de la matière. Mais cette étape est exclue du processus d'hiver. Pendant l'hiver le contenu du bac brun est mis directement en andains malgré la partie ensachée et la faible efficacité de compostage. L'impact sera visible lors du tamisage estival, car le rejet sera plus élevé.

Le séparateur à tambour représenté à la figure 3.2 a pour rôle principal de déchirer les sacs ainsi que broyer les déchets. Il joue à lui seul le rôle de broyeur, déchiqueteur ainsi que séparateur des contaminants de plus grande taille. En fonction de la composition des déchets, l'opérateur choisit un tambour selon la taille utile des mailles.

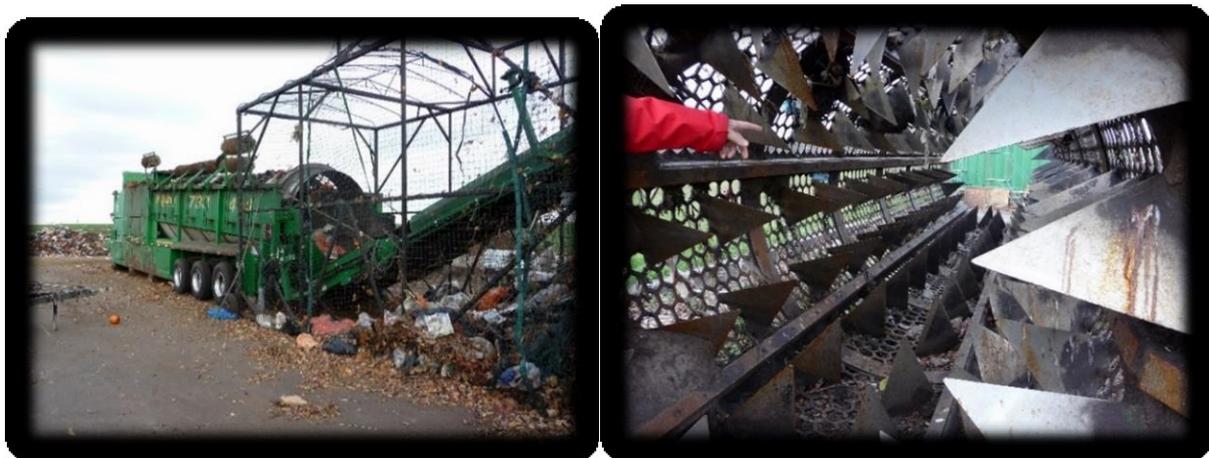


Figure 3.2 Séparateur à tambour rotatif et mailles du tambour entre les pointes ouvre-sac (crédits photo C. Lacoste)

Après la séparation, la partie compostable est mise en andains pendant deux mois en mode aérobie. Selon la nature de la MO, des agents structurants de co-compostage y sont mélangés. La mise en andains très allongés permet une économie de l'espace disponible. Durant les mois du compostage actif, l'humidité est contrôlée naturellement, car l'eau excédentaire est évacuée sur le sol et devient le lixiviat qui coule sur la plateforme avant d'être recueilli et un retournement hebdomadaire permet de renouveler l'apport en oxygène. Cela permet la montée de température entre 50 °C et 70 °C causée par des microorganismes thermophiles aérobies qui provoquent les deux conditions scientifiques du compostage : l'élimination des pathogènes ainsi que la perte germinative des semences (Olivier, 2016). Cette étape est accompagnée d'un compostage actif qui dure 6 mois.

Lors de la seconde phase du cycle de compostage, dite de maturation, la matière organique subit une lente transformation conduisant à sa stabilisation chimique et biologique du rapport C/N. La phase de maturation dure un an en mode anaérobie. La maturation du compost ne demande pas de retournement de la matière ni arrosage, au cours de cette période.

3.2 Compostage en systèmes ouverts

Les sites de compostage en systèmes ouverts regroupent les andains retournés et les piles statiques aérées. Les andains retournés sont des piles de résidus organiques de forme allongée. Ils sont retournés à l'aide d'une pelle mécanique ou d'un retourneur d'andain spécialisé, afin de procurer l'aération nécessaire et d'accélérer la décomposition. Les piles statiques aérées, quant à elles, ne sont pas retournées. L'aération est plutôt forcée par le dessous de la pile et passe au travers de la matière. Cette technologie demande plus d'infrastructures, elle est donc plus dispendieuse que les andains retournés. Toutefois, ces deux méthodes sont les plus simples et les plus abordables. Elles requièrent beaucoup d'espace au sol sur une plateforme étanche, ainsi qu'un site très éloigné des habitations afin d'éviter les nuisances dues aux odeurs.

3.3 Compostage en systèmes fermés

Les méthodes en bâtiments fermés permettent de composter à l'intérieur, et donc de mieux contrôler les nuisances. Elles incluent plusieurs types de systèmes fermés, tels les silos-couloirs, les andains sous couvert, et les conteneurs. Ces méthodes bénéficient d'un contrôle de l'aération et d'une agitation mécanique, et l'air vicié est traité avant de retourner à l'extérieur. La décomposition de la matière est plus rapide et la superficie du site est réduite, mais le coût de traitement lié aux technologies utilisées est supérieur aux techniques en aires ouvertes.

3.4 Qualité des intrants

Pour l'atteinte de l'objectif zéro matière organique de l'élimination, plusieurs contraintes sont à franchir durant tout le processus de gestion. Cette partie fait ressortir les difficultés de la collecte à la réutilisation des composts produits en passant par le traitement.

3.4.1 Problèmes liés à la collecte

Dès le choix de la collecte des MO à l'aide du bac brun, plusieurs défis qui conditionnent l'acceptabilité sociale sont à relever, défis concernant la fréquence de collecte, les matières autorisées, les informations sur les types de sacs à ne pas utiliser et l'entretien des bacs. Ce ne sont pas toutes les municipalités qui ont implanté la collecte de la 3e voie, celles qui le font ne couvrent pas non plus tous les types de résidence sur leur territoire. D'autres facteurs rendent le problème encore plus complexe, à savoir l'intégration des

multilogements et des établissements ICI. Afin d'atteindre l'objectif du plan de gestion des matières résiduelles (PGMR) du territoire, l'opération doit être facilitée pour tous afin d'obtenir une meilleure collaboration citoyenne.

Le citoyen est l'élément incontournable dans la gestion des matières résiduelles, car est la source du tri local de la ressource secondaire, c'est-à-dire la MO. La qualité du compost produit dépend de l'implication et de la volonté des citoyens de mieux gérer les MO. Selon le principe de priorisation parmi les modes de gestion 3RV-E, la réduction à la source serait la plus souhaitable, cependant tous les autres modes dépendent d'un bon tri à la source, c'est un impact très significatif sur toute la chaîne de traitement. L'implication des citoyens est modulée en fonction de leurs groupes d'appartenance.

Pour le simple citoyen à son lieu de résidence, la difficulté se situe au niveau du tri des matières résiduelles. La séparation des MO crée un certain inconfort par le dégagement d'odeur, la présence des larves et d'autres insectes ainsi que le besoin de plus d'espace pour opérer un troisième bac. De cela découle le problème de changement de comportement, c'est-à-dire changement des habitudes quant au suivi de la collecte de troisième voie.

Quant au citoyen corporatif, le problème se situe plutôt aux coûts engendrés par l'intégration de la collecte des MO. Lorsque la taille de la communauté sur un site l'impose, des aménagements sont requis dans les cafétérias et à l'extérieur des bâtiments, du personnel doit superviser ces opérations sur site. Là encore, le changement des habitudes doit survenir pour implanter efficacement la collecte de troisième voie. L'acceptabilité sociale est la clé de réussite d'une collecte de MO suffisamment pure, donc avec un faible taux de contaminants pour une production de meilleure qualité.

3.4.2 Présence des contaminants

Cette problématique a un lien étroit avec la collaboration citoyenne. Les MO reçues sur la plateforme sont contaminées par toutes sortes de matières. Outre les matières inorganiques, le sac plastique est le contaminant principal. Le sac plastique est plus souvent associé aux contaminants inorganiques (verre et métaux) alors que les plastiques sont des matières organiques peu ou pas biodégradable. Malgré la faible portion en matière de poids par rapport au volume total de MO reçu (environ 2 % en masse), il représente quand même beaucoup en matière de volume de contaminant. (Plateforme B)

Selon les informations recueillies sur la plateforme A, le sac qu'il soit biodégradable ou pas est un problème majeur pour la qualité de l'intrant. La plateforme B affirme également que sans sac, le coût du compostage serait moins élevé. Ils génèrent des corps étrangers qui ont un impact sur la valeur du compost par l'étape préalable d'ouverture et par la présence de corps étranger si des débris déclassifient le compost obtenu.

3.5 Difficultés technologiques

Les difficultés technologiques sont également à plusieurs échelles. Cela est un véritable handicap pour l'amélioration la qualité du compost produit et l'augmentation de la performance du recyclage des composts.

3.5.1 Séparation des matières organiques

Déjà au niveau de la collecte, le problème de contamination est notable. Puisque le tri efficace par le citoyen n'est pas toujours au rendez-vous, la séparation efficace sur la plateforme est l'alternative obligée à ce problème. Malheureusement, le choix de l'emballage cause des difficultés technologiques pour la séparation efficace. Certains sacs en plastique résistent au tambour rotatif sur la plateforme; malgré les nombreuses pointes implantées dans celui-ci, une partie des sacs utilisés par le citoyen ne sont pas déchirés (figure 3.3). En conséquence, certains sacs ne contenant que des MO seront rejetés par le tambour comme étant des corps étrangers puisque leur contenu ne passe pas les mailles de celui-ci. Ils rejoignent le lieu d'enfouissement.



Figure 3.3 Rejet en fin de tambour des sacs plastiques résistant à l'ouverture et de leurs contenus (crédit photo C.Lacoste)

Cette résistance des sacs s'explique soit par la légèreté des contenus permet la perforation du sac, mais ne crée pas d'impacts assez importants pour déchirer certains sacs rigides. De même, des petits sacs fortement noués rebondissent sur les pointes durant le passage dans le tambour sans se déchirer.

3.5.2 Logistique sur site

La croissance démographique a pour conséquence l'augmentation de la quantité des déchets produits. Les campagnes de sensibilisation contribuent à l'augmentation du flux des MO correctement déposées à la collecte de la 3^e voie. Les plateformes doivent faire face à cette arrivée croissante de MO. Côté logistique,

desservir tous les ménages est un défi majeur qui malmène la capacité de traitement des plateformes. Comme illustré sur la figure 3.4, le manque d'espace pour le stockage des MO après la collecte, la mise en andain ainsi que le stockage du compost produit durant une ou deux années supplémentaires deviennent problématiques. (Plateforme A et Plateforme B)



Figure 3.4 Ordure en andain et tas de déchets collectés en attente de traitement (crédit photo C.Lacoste)

3.5.3 Contraintes climatiques

Le compostage est l'une des actions pour atteindre l'objectif principal du bannissement de la MO de l'enfouissement afin de réduire l'empreinte écologique de notre société. En tenant compte de toute la chaîne, les différentes techniques de gestion de la MO n'ont sans doute pas les mêmes impacts sur l'environnement. Le choix de la technique doit prendre en compte les impacts de la collecte, du transport et du traitement de la MO afin de ne pas seulement déplacer le problème, ce qui réduirait peu les impacts sur l'empreinte écologique.

Problème de taille, le climat québécois ne rend pas la tâche facile. Déjà durant quelques mois, le gel des MO dans les bacs de collecte confronte le citoyen et malmène les équipements de récupération. Par la suite, l'arrivée de matières congelées pendant l'hiver ne permet plus la séparation au tambour. Les matières congelées mises en andain sans désachage efficace demeurent avec leurs contaminants, ce qui contribue au taux de contamination plus élevé du compost. Enfin, le compostage dans un système ouvert et froid inhibe l'activité microbienne, ce qui a un impact sur le processus de décomposition et permet moins de qualité à la chaîne de compostage.

Pendant la période chaude, le problème de la plateforme est davantage associé aux odeurs des intrants qui ont séjourné plusieurs jours en mode anaérobie avant d'être déversés sur la plateforme, mais aussi lors d'épisodes de putréfaction lorsqu'une perte de contrôle aérobie survient. La distance entre les résidences voisines et la plateforme doit être importante dans l'axe des vents dominants, sinon les plaintes se multiplient.

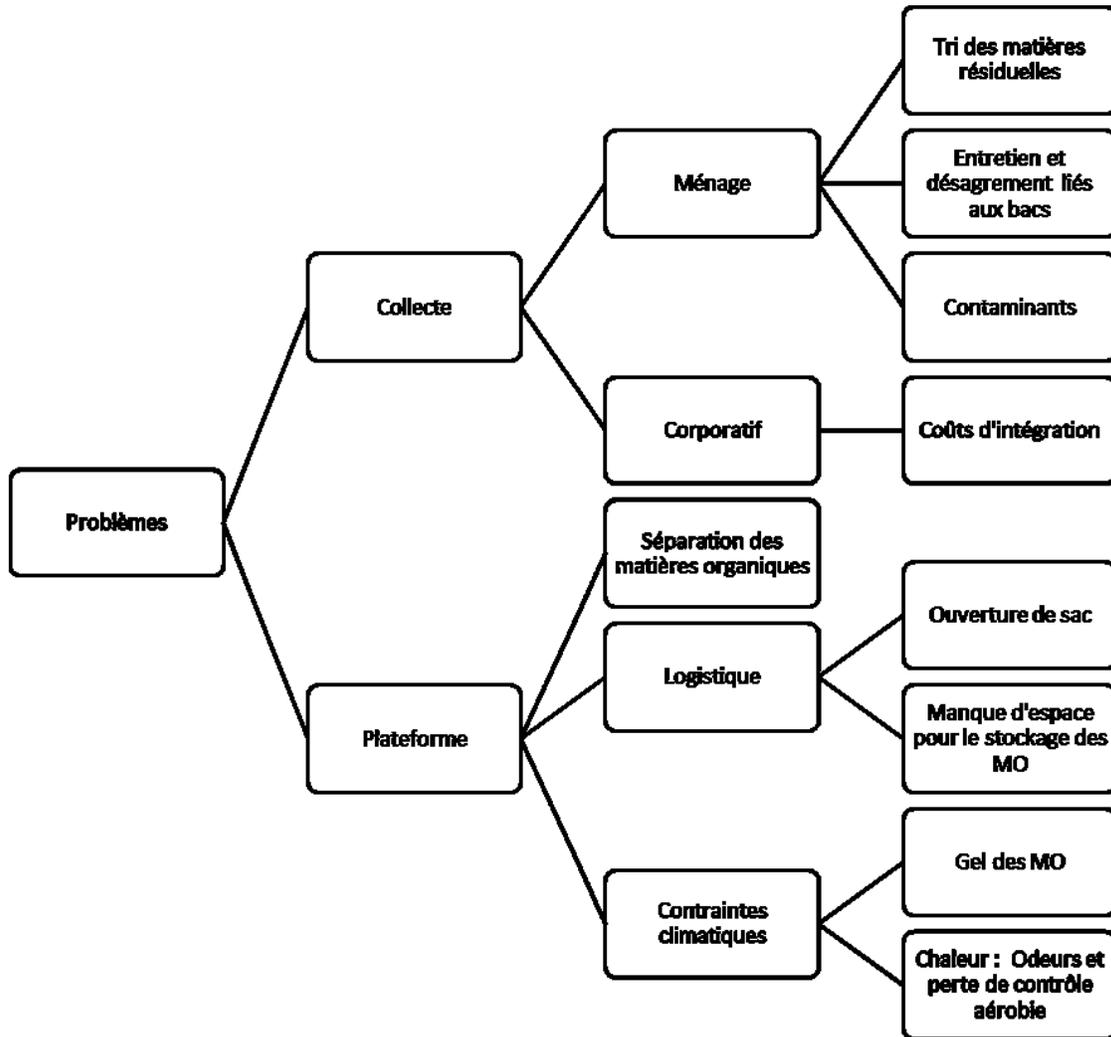


Figure 3.5 Synthèse des problèmes rencontrés

CHAPITRE 4 PISTES POUR OPTIMISER LA QUALITÉ DU COMPOST

Ce chapitre explore les pistes de solutions envisageables face aux problèmes identifiés. Les pistes de solutions sont autant variées et diversifiées que les problèmes recensés. Elles touchent toutes les parties prenantes de la gestion de matières résiduelles, du citoyen en passant par les gestionnaires de plateforme, les municipalités et les ministères concernés.

4.1 Information sensibilisation éducation

Afin d'attaquer le problème à la source, un programme de ISÉ (information sensibilisation éducation) est à prioriser. Sans éducation, il ne peut y avoir de conscience de la valeur que peuvent avoir les résidus organiques. Le manque de reconnaissance de leur qualité et de leur valeur fait en sorte que le seul critère de choix demeure pour certains la facilité de se débarrasser de nos déchets. Ceci n'encourage pas le tri des déchets à la source. Le changement des mentalités requiert du temps et l'effort conjoint de tous les acteurs de la filière de la gestion des matières résiduelles. (Chaput, 2015)

Il est aussi requis d'éduquer les jeunes au sujet du compostage. Cela peut passer par l'ajout des cours d'introduction aux gestes de triage des matières recyclables et des matières organiques destinées au compostage. Ce qui permet d'inciter la curiosité des enfants et, par la suite, ils voudront appliquer ce qu'ils apprennent à l'école. Apprendre les gestes de tri depuis la base conditionne un réflexe pour les adultes de demain.

4.2 Réforme de la collecte

Présentement, la collecte des matières organiques dans des bacs bruns lors de la collecte sélective de la 3^e voie est la principale source de matières premières des plateformes de compostage. Vu les problèmes identifiés, une alternative à cette collecte peut être envisageable pour optimiser la collaboration citoyenne et purifier le flux de matières acheminées sur les plateformes. Quatre méthodes différentes sont proposées par des promoteurs pour remplacer l'actuelle collecte de la 3^e voie.

4.2.1 Collecte pneumatique des déchets

La collecte pneumatique des déchets est une approche peu connue en Amérique du Nord, mais bien répandue en Europe, en Asie et au Moyen-Orient. Son fonctionnement nécessite la mise en place d'un réseau urbain de tuyaux souterrains de grand diamètre où peuvent circuler des matières résiduelles. Ces dernières sont triées à la source en utilisant trois entrées : une pour les déchets ultimes, une pour les matières recyclables et une pour les matières putrescibles (figure 4.1). Lorsque nécessaires, les matières sont aspirées à tour de rôle vers un terminal de collecte centralisé, à partir duquel elles prennent la route vers l'infrastructure appropriée. (Crittenden, 2013)



Figure 4.1 Principe de la collecte pneumatique selon trois catégories (tiré de : voirvert, 2018)

L'instauration de ce système souterrain est difficile pour les endroits déjà construits et requiert une logistique fine. De plus, les investissements initiaux sont majeurs et les coûts de fonctionnement sont élevés, puisqu'il s'agit d'un système très énergivore. Ces coûts trop élevés ont découragé la Ville de Montréal d'installer cette technologie dans son quartier des spectacles. Autre difficulté, il arrive parfois que certaines matières soient exclues de ce type de collecte, tel que le verre par exemple. Il y a donc des risques de non-respect de cette consigne, ce qui amène de la contamination et possiblement des bris matériels. En cas de mauvais tri, la traçabilité impossible ne permet pas de donner un avertissement sur le manquement.

Cependant, cette méthode permet des avantages notables pour les villes. Les camions retirés des routes diminuent la circulation routière et améliorent la qualité de l'air. Même si la collecte pneumatique nécessite beaucoup d'énergie, le bilan énergétique est tout de même plus intéressant que celui d'une flotte de camions. Aussi, le tri à la source s'en trouve augmenté, ce qui au final alimente mieux les centres de tri. Il s'agit également d'une méthode plus salubre et plus esthétique. Dû à son efficacité reconnue, la Cité Verte, à Québec, a opté pour cette méthode de collecte des déchets. À plus petite échelle, il est possible d'utiliser cette méthode pour de gros bâtiments, tels que les hôpitaux et les multi logements.

4.2.2 L'apport volontaire en conteneurs

La Collecte par apport volontaire est la deuxième méthode de collecte au Québec. Elle consiste à transporter les matières recyclables à un lieu de dépôts (conteneur) mis en place par la municipalité. Le choix des lieux de dépôt est un facteur déterminant à la participation citoyenne. C'est une technique plus adaptée aux villes à faible densité et moyens financiers limités. Cette méthode permet d'avoir un flux plus propre, car le tri à la source est fait par un citoyen engagé voulant participer au tri sans contrainte. Mais, en revanche pour ceux qui ne veulent pas effectuer le déplacement, les MO se retrouveront au bac de déchets et par conséquent en enfouissement.

4.2.3 La collecte dans des sacs colorés

La collecte simultanée des MO et des déchets ultimes peut se faire, soulageant ainsi le citoyen qui n'a pas à gérer le troisième bac mis à la rue. La possibilité d'utiliser des sacs de couleur différente et transparente en fonction des résidus reste aussi une solution. C'est la transparence du sac qui garantit la qualité du flux, car les sacs avec des contenus mal triés ne seront pas ramassés. C'est une technique déjà mise en place en Colombie-Britannique par la ville de Maple Ridge. Elle a aussi fait ses preuves, car le taux d'élimination des déchets y est en constante réduction (Lacroche, 2015).

4.2.4 Collecte sans tri

En tenant compte de la résistance de certaines municipalités à participer à la collecte de la 3^e voie, la collecte du déchet ultime sans tri des MO est une alternative. Cependant toute collecte du contenu des bacs noirs, c'est-à-dire la collecte en vrac qui mélange les déchets ultimes aux matières recyclables et aux matières organiques alourdit les étapes de séparation industrielle par la suite. Cette méthode économique au niveau de la collecte ne demande pas d'effort de la part des citoyens se traduit par des coûts élevés par la suite. En effet, le flux entrant massivement contaminé impose des impacts majeurs sur les opérations au niveau du centre de traitement des déchets.

4.3 Collaboration citoyenne

Les stratégies incitatives sont une option pour amener les citoyens à participer fortement à la collecte de la 3^e voie. Les premières recherches sur les stratégies d'influence appliquées à la gestion des déchets ont été conduites par des behavioristes qui prônaient l'utilisation de renforcements positifs afin d'obtenir des participants qu'ils adoptent les comportements de tri souhaités. Ces travaux trouvent leur origine théorique dans le paradigme du conditionnement opérant selon lequel les comportements sont d'autant plus susceptibles de se reproduire qu'ils sont accompagnés d'un stimulus positif.

4.3.1 Renforcement positif

D'après cette technique, la prévalence du tri dans les comportements individuels passe par la distribution de récompenses pour les encourager. De nombreux chercheurs ont effectué des expériences pour tester l'efficacité de cette méthode en variant tant la nature des récompenses que la population ciblée. Une étude réalisée sur une période de quatre mois qui consistait à informer les foyers qu'ils recevraient un chèque-cadeau de 25 \$ en échange de l'amélioration de leurs habitudes de gestion de déchets pendant la période expérimentale. Un système d'inspection a été mis en place pour évaluer les quantités de déchets produites ainsi que la qualité du tri. Ce procédé a permis d'augmenter la quantité de déchets recyclés et a diminué leurs erreurs de tri. Ces résultats suggèrent que le système d'incitatif a eu pour effet d'intensifier les comportements de tri des foyers qui avaient auparavant cette habitude. Cependant, il n'a pas permis de convaincre de nouveaux foyers d'adhérer à la collecte sélective. L'absence de suivi après la période expérimentale ne permet pas de savoir si cet effet perdure après la disparition de la récompense. Plusieurs autres études arrivent à la même conclusion.

Ces expériences indiquent une amélioration temporaire de la gestion des déchets dans les échantillons des populations étudiées. La durabilité du renforcement est cependant discutée. L'hypothèse largement acceptée est que les pratiques renforcées tendent à disparaître quand le renforcement s'arrête.

4.3.2 Tarification incitative

Une bonne manière d'augmenter le niveau de participation à la collecte sélective est sans doute de doter cette méthode d'avantages économiques. En effet, l'argent est dans bien des cas un excellent incitatif. Des tarifs pourraient donc être facturés aux ménages pour la cueillette de leurs déchets ultimes alors que la collecte sélective ne serait pas tarifée. Ces redevances pourraient varier en fonction de divers facteurs, tel le poids des bacs récoltés, leurs volumes ou la fréquence des collectes. Puisqu'un coût serait engendré par l'utilisation des bacs noirs à déchets ultimes, les résidents utiliseraient assurément plus leurs bacs de récupération. D'ailleurs, déjà en 1997 cette méthode était en place dans plusieurs municipalités nord-américaines, ce qui prouve la faisabilité de cette idée. (Organisation de Coopération et de Développement Économiques [OCDE], 2011)

Dans une étude menée auprès de 3017 foyers coréens, Hong (1999) a même observé un effet boomerang sur les comportements de prévention des déchets. (Mickaël, Isabelle et Sébastien, 2014). En effet, il a expérimenté une tarification incitative ajustée au poids de déchets non recyclables produits et a observé non seulement une augmentation de la quantité de déchets triés, mais également une augmentation du tonnage total de déchets produits.

Autrement dit, l'augmentation de déchets triés et recyclés était donc partiellement due à une diminution des efforts de réduction à la source des déchets.

L'exemple de la ville de San Francisco concernant l'atteinte de zéro déchet en 2020 repose sur ce type de programme. Une des clés de succès est la capacité d'offrir des incitatifs aux gens afin de participer, car la facturation est effectuée séparément pour la collecte des matières résiduelles. C'est un programme du type « Pay as you throw », où chaque citoyen reçoit une facture proportionnelle à la quantité de déchets générée. Ce n'est pas caché à même le compte de taxes, c'est bien une facture séparée. Elle permet d'offrir un rabais en fonction de la proportion du total orientée vers le recyclage. Cette tarification incitative basée sur le principe du pollueur-payeur fait partie des 16 principes du développement durable énoncés dans la Loi sur le développement durable.

4.3.3 Feed-back (rétroaction)

La technique du feed-back repose sur la transmission d'informations relatives aux effets des comportements adoptés par un individu ou un groupe social.

Une première variable de cette technique repose sur la présentation de l'information. Il s'agit de présenter les résultats des efforts par une présentation textuelle des performances, d'une illustration graphique, ou encore des deux formes combinées. La présentation des résultats sous forme textuelle combinée au graphique s'avère plus performante que les feed-back textuels. En outre, des facteurs sociodémographiques, tel que le niveau d'éducation, affecteraient également les réactions attitudeles et comportementales des individus face au feed-back.

Une seconde variable centrale au niveau de la définition du feed-back est la nature de la comparaison. En effet, un feed-back a pour objectif de fournir à l'individu des informations sur les effets de ses comportements présents en comparaison à d'autres comportements. Ces derniers comportements peuvent être des comportements passés, ou les comportements d'autres groupes sociaux (Mickaël, Isabelle et Sébastien, 2014).

Enfin, une troisième variable étudiée est l'orientation du message. L'information contenue dans le feed-back peut en effet porter, soit sur les comportements positifs et/ou leurs incidences, soit sur les comportements négatifs et/ou leurs incidences. Seadon a expérimenté les effets d'un feed-back négatifs sur la production de déchets. Les foyers participant à l'expérience se sont vu attribuer des bacs individuels d'un volume conditionné par le nombre de personnes vivant au domicile. Si le Bac s'avérait insuffisant pour gérer la quantité de déchets produite par le foyer, il était remplacé par un nouveau bac plus volumineux. Ce changement pour un volume de bacs plus grand informait les foyers sur leur production

élevée de déchets. Les résultats de cette expérimentation ont non seulement montré que l'intervention avait permis de diminuer la quantité totale de déchets, mais également d'augmenter la quantité de déchets recyclés. Selon la même étude, cette intervention a eu plus d'effets que des années de communications auprès des habitants d'Auckland sur les vertus et bienfaits du tri et de la prévention. Cette notion de boucle courte, au sein de laquelle se succèdent l'action, l'observation, l'interprétation et la redirection caractérise fondamentalement le processus de feedback, qui peut être appliqué à tout scénario dans lequel le but visé est un changement de comportement. (Mickaël, Isabelle et Sébastien, 2014)

4.4 Stratégies comportementales

Ces stratégies consistent à obtenir des individus qu'ils s'engagent librement à effectuer des actes sur la base d'une déclaration d'intention dans le but de modifier les comportements à long terme. La déclaration d'intention peut être sous la forme d'un contrat comportemental individuel ou collectif, d'un engagement verbal ou d'une promesse (Mickaël, 2014). La signature de contrat est la forme d'engagement la plus étudiée et celle qui offre les meilleurs résultats, car il a l'avantage d'être plus clair et facilement compris.

Au lieu d'utiliser des formes rhétoriques, ces techniques font appel aux stratégies comportementales issues de la psychologie de l'engagement. D'après cette méthode, les comportements passés ont une influence directe sur les comportements futurs. Donc, l'idée est d'introduire des actes de triage de façon répétitive dans la routine des individus de sorte qu'une habitude s'installe. La régulation et le contrôle de la performance comportementale deviennent alors automatiques. De plus, il a été montré que les comportements passés favorisent l'apparition de nouveaux comportements semblables. En effet, les individus qui recyclent le textile développent également des habitudes de collecte sélective. À l'inverse, les personnes ayant des habitudes bien ancrées et n'effectuant pas tri dans le passé auront du mal à changer leurs comportements. (Mickaël, Isabelle et Sébastien, 2014)

4.5 Stratégies technologiques

Cette section est une révolution technologique possible pour améliorer la gestion des MO sur les plateformes. Les technologies actuelles ne peuvent être revues ou améliorées par l'ajout d'équipement dans la chaîne.

4.5.1 Intégration d'ouvre sac dans la chaîne

Certains citoyens placent d'abord leurs matières compostables dans des sacs de plastique avant de les mettre dans le bac brun. Lorsqu'elles arrivent sur les plateformes, ces dernières ne peuvent être triées sans que les sacs soient ouverts. Une machine effectue cette tâche, les sacs doivent être ouverts et libérer leur contenu.

L'ouvreur de sacs fonctionne soit en déchirant les sacs, en les coupant ou en les comprimant au début de la chaîne de tri afin de rendre les matières disponibles pour les opérations suivantes. Plusieurs compagnies produisent ces appareils, d'où une vaste gamme de produits possédant toute la même fonctionnalité. Le système de coupe des sacs est le plus simple. Une série de disques à scie motorisée, de hauteur ajustable, est placée au-dessus du convoyeur d'alimentation. Lorsqu'ils passent en dessous, les sacs sont déchirés par les scies. Les sacs peuvent être retirés manuellement par la suite.

4.5.2 Introduire un broyeur

La croissance démographique et les projets de développement combinés aux ressources foncières limitées dans les zones urbaines ont mis les décideurs au défi de gérer des volumes toujours croissants de MO. L'une des options pour pallier ce problème est l'élimination à la source au niveau de la cuisine à l'aide de broyeur. Cela consiste à mettre en place un dispositif de découpage de la MO tel que les résidus de viande, les fruits et légumes, le café, les petits os, etc. Les déchets verts sont passés dans un broyeur afin de réduire leur volume et leur granulométrie, et ainsi faciliter et accélérer le compostage. Dans un autre contexte, les déchets broyés sont envoyés dans le système de collecte d'eaux usées. En dépit de son efficacité sur la réduction des quantités de déchets solides municipaux, cette technique est controversée en raison d'une augmentation de la production de boues d'épuration devant être gérées et traitées, ainsi que de la consommation d'énergie et d'eau.

4.5.3 Robot trieur

Le robot trieur peut devenir une technologie alternative au bac brun. L'absence du bac brun dans le processus de la collecte est remplacée dans ce cas par des sacs colorés. Les matières organiques sont collectées en même temps que les déchets. Les déchets sont par la suite transportés dans un centre de séparation ou un système robotisé de Wastobotic effectue la séparation des sacs de matières organiques à partir du flux de déchet. Le système nécessite quand même un bon tri à la source comme dans le cas actuel du bac brun. Le système a déjà gagné du terrain en Europe, cependant au Canada seule la ville de Québec s'est dotée de cette technologie. (Waste Robotics, 2017)

4.5.4 Implication des ICI dans la collecte des matières organiques

L'opérationnalisation de la collecte des MO dans les ICI est fonction de la capacité de la collecte municipale à satisfaire les besoins des établissements. Néanmoins, en fonction des catégories de ICI, certains modes de gestion sont considérés comme des exemples de bonne gestion à suivre.

D'abord pour les ICI type restaurant-minute, les Rôtisseries St-Hubert ont décidé d'assumer leur politique environnementale quant à leur empreinte écologique. Le recyclage du plastique, du verre, des métaux (PVM), des matières compostables, la modification des conteneurs et l'élimination des contenants de styromousse sont des actions progressivement intégrées dans leurs restaurants depuis 2010 (RECYC-QUÉBEC, 2014). Les MO sont remises à des entreprises privées afin de les recycler. Il a été évalué que 70 % des ordures de leurs restaurants sont composées de matières organiques. Cette valeur peut être projetée pour les autres restaurants du même type.

Le tri de ces matières permet de dévier de l'élimination 3 000 tonnes de résidus alimentaires par année. La subvention de 200 000 \$ obtenue de RECYC-QUÉBEC dans le cadre du Programme de performance ICI a été une aide importante pour effectuer le tri et le recyclage des MO dans plusieurs succursales. Les montants reçus ont permis d'engager un consultant, d'effectuer des formations et d'acquérir des équipements tels que des bacs de cuisine et des bacs roulants ou conteneurs pour entreposer les MO entre les collectes.

Pour les ICI de type institution, l'Université de Sherbrooke a implanté une unité de compostage sur le campus principal qui permet de recycler 70 tonnes de matières compostables tout en réduisant les émissions de GES de 120 tonnes par année.

CHAPITRE 5 ANALYSE DES PISTES DE SOLUTION

Le chapitre précédent passe en revue des pistes de solutions potentielles pour une meilleure gestion des matières organiques afin d'améliorer la performance des plateformes au Québec. Dans le présent chapitre, l'analyse multicritère reprend les approches, environnementales, économiques et sociales qui définissent le développement durable. Ces critères sont généralement admis pour analyser les projets environnementaux. La première section de ce chapitre décrit les critères choisis et justifie la pertinence de chaque critère dans cette analyse. Par la suite, la pondération des critères est faite. La pondération permet d'évaluer chaque critère à sa juste valeur en fonction de son pouvoir décisionnel. Un tableau récapitulatif de l'analyse sera fourni suivi d'une explication des notes attribuées à chaque critère.

5.1 Choix et description des critères

L'analyse des pistes de solution est faite en fonction des critères sélectionnés. Sachant que c'est une analyse en fonction des sphères du DD alors les critères sont d'ordres environnemental, social, économique ou technique. Chaque sphère du DD possède le même nombre de critères, dans le but de mettre toutes les sphères au même pied d'égalité. Un autre volet concernant l'aspect technique de la facilité de l'implantation qui est assez général pour contribuer efficacement à l'analyse. Les critères retenus pour la sphère environnementale sont : l'impact sur les problèmes identifiés, l'impact sur la modification de l'habitat ainsi que celui sur les émissions de gaz à effet de serre liées à la solution. Quant au volet économique, les critères pris en compte sont les coûts de construction, les frais d'exploitation et de maintenance et enfin les coûts des ressources humaines. Le volet social est couvert par l'acceptabilité sociale, la commodité pour la population et la création d'emploi. L'aspect technique de la solution prend en compte toutes les sphères de l'analyse pour évaluer une facilité d'implantation.

5.1.1 Impact sur les problèmes identifiés

Ce critère fait référence à l'amélioration que la solution est susceptible d'apporter aux problèmes identifiés. L'évaluation prend en compte toute la chaîne de production de compost, c'est-à-dire du tri à la distribution. Ce critère pourrait aller au-delà de la sphère environnementale, mais dans ce cadre, sa portée se limite au volet environnemental. Lors de l'évaluation, les notes de ce critère sont données en fonction des améliorations apportées aux problèmes. C'est-à-dire qu'une note élevée pour une solution signifie qu'elle touche plusieurs problèmes et aura un impact significatif sur la qualité du compost. L'importance de ce critère est évidente au regard de sa capacité à apporter un changement majeur positif face aux problèmes, mais sans considérer l'aspect économique. En somme, ce critère mesure la performance globale de détournement des MO de l'élimination.

5.1.2 L'impact sur la modification de l'habitat

Par définition, ce critère exprime toute modification perceptible à l'œil par une solution. Elle prend en compte la modification du paysage ainsi que toute perturbation pouvant affecter l'espace de vie des êtres vivants. Une piste de solution peut faire disparaître des polluants visuels, ce qui conduit à une note élevée. En absence de norme de pollution visuelle, l'évaluation de ce critère peut varier d'une personne à l'autre. Il influence le processus décisionnel lorsque la modification de la qualité du paysage est importante. Le lien avec le niveau d'acceptabilité sociale est aussi perceptible puisque les gens sont en défaveur d'un projet amoindrissant la beauté de leur environnement. Ce critère englobe tous les efforts déployés afin de gérer les matières résiduelles dans le meilleur respect possible de la qualité de vie des citoyens.

5.1.3 Les émissions de gaz à effet de serre liées à la solution

Enfin pour la sphère environnementale, le choix de ce critère de qualité de l'air s'arrime directement avec la politique de gestion des matières résiduelles. L'un des objectifs de cette politique est de réduire les émissions de gaz à effet de serre (GES) liées aux déchets d'où le bannissement des MO de l'enfouissement pour 2020. L'évaluation prend en compte le transport ainsi que les émissions liées aux traitements des déchets. Toute solution qui ne réduit pas les émissions de GES ou qui provoque une forte émission de GES aura par conséquent une mauvaise note.

5.1.4 Cout de construction

Les critères économiques sont très importants pour les décideurs. Le cout de construction est un facteur à fort pouvoir décisionnel, car il est directement lié au type de technologie retenu ainsi qu'à la disponibilité de ressources financières. Les pistes de solution demandant un fort investissement sont difficilement acceptées ou leurs mises en place demanderont encore plus d'efforts et par conséquent la réalisation ne sera pas perturbée. Ce facteur prend en compte toutes les ressources financières nécessaires à la mise en place de la solution. La disponibilité des financements ou subventions peut également influencer l'évaluation de ce critère. Une note élevée conclut que la solution ne demande pas trop de besoins financiers pour sa réalisation. À noter que dans les grilles utilisées, les solutions accumulant davantage de points sont les plus intéressantes.

5.1.5 Frais d'exploitation

Suite à la mise en place des pistes de solution, le roulement et la maintenance des opérations entraînent des couts récurrents. Ce critère assure la pérennité de la solution. Ces frais d'exploitation interviennent après l'installation de la maintenance et du transport des déchets. Une piste de solution peut ne pas nécessiter beaucoup de moyens pour la mise en place lorsqu'elle utilise les infrastructures déjà en place.

Par contre, pour le maintien des opérations, cette même solution peut avoir des couts élevés. La notion de durabilité est alors couverte ici.

5.1.6 Cout des ressources humaines

Le cout des ressources humaines permet de conclure avec le volet économique de l'analyse. Le maintien des opérations nécessite également des personnels, même si les solutions consistent à l'ajout de matériel. Le personnel impliqué sera rémunéré et c'est un facteur non négligeable dans l'analyse, car plus la demande en personnels qualifiés est élevée plus le montant sera élevé. Des solutions peuvent également diminuer les ressources humaines nécessaires, ce qui permet d'avoir une bonne note. Pour certaines solutions ce critère est facilement assimilable au précédent, mais reste néanmoins différent. Cette différence se caractérise par un impact sur le social, car le critère touche un peu la création d'emploi et implique certains aspects qui ne sont pas touchés par le précédent.

5.1.7 Acceptabilité sociale

En matière de gestions de matières résiduelles, l'acceptabilité sociale est un facteur très important vis-à-vis de la solution à mettre en place. Sachant qu'un flux de matières bien propre peut résoudre la plupart des problèmes mentionnés, alors ce critère reste incontournable pour la collecte sélective. Plus une solution est acceptée socialement, plus l'impact sera grand et elle sera ainsi pérenne à travers ses effets bénéfiques. Une piste de solution peut être bénéfique sur le plan économique et environnemental, mais l'acceptabilité sociale peut être un frein pour sa mise en place, car la participation citoyenne ne sera pas au rendez-vous. Si le taux de participation n'est pas élevé, la solution ne pourra en aucun cas permettre d'atteindre les objectifs du PQGMR. L'évaluation de ce critère est assez complexe, car certaines solutions peuvent être acceptées dans certaines localités et pas dans d'autre de ce fait l'évaluation reste du cas par cas. La note attribuée est un bon indicateur des efforts à mettre dans l'ISÉ pour la piste de solution.

5.1.8 Création d'emploi

Ce second critère du volet social correspond au nombre d'emplois créés par une piste de solution. C'est-à-dire l'ajout d'effectifs à ceux déjà existants pour assurer le fonctionnement de la solution. Elle rejoint le volet économique par le cout des ressources humaines, mais ce dernier critère englobe tout le personnel nécessaire plutôt que l'ajout d'effectifs. La création d'emplois réfère plus au nombre d'emplois, spécialisés ou non en lien avec la gestion des matières résiduelles. Cependant, ce critère ne se limite pas exclusivement aux emplois permanents, mais peut aussi englober les emplois à forfait, les emplois à temps partiel, les stages et les implications bénévoles. Ce critère est fortement lié également à l'acceptabilité sociale, car la création d'emploi contribue à la réduction du taux de chômage par conséquent au taux de

pauvreté. Les solutions nécessitant la main-d'œuvre locale ont plus tendance à être tolérées socialement que celles demandant la main-d'œuvre qualifiée et externe.

5.1.9 Commodité pour la population

La mise en place de nouvelle technique pour la gestion des matières résiduelles peut également demander un changement de comportement et d'habitude. Ce dernier critère de la sphère sociale exprime l'effort que doit fournir la population afin de répondre aux nouvelles exigences de la solution proposée. Elle peut également réduire les efforts fournis par le citoyen dans le cadre d'une bonne gestion comme c'est le cas avec la collecte pneumatique. Elle concerne aussi la complexité de la solution et a un lien avec l'acceptabilité sociale donc au taux de participation. C'est l'aspect qui prend en compte les membres de la communauté ayant une certaine difficulté à participer à la collecte sélective. Une solution accommodante se traduit par un résultat plus élevé et une probabilité d'un fort taux de participation.

5.1.10 Facilité d'implantation de la solution

Ce critère global de l'aspect technique de la solution est discriminant, car il exprime la faisabilité de la solution. Parmi les pistes de solution figurent certaines innovations qui ne sont pas encore mises en place au Québec. Les aspects climatiques et législatifs y jouent un grand rôle. Plus la solution est confrontée à des difficultés, moins elle sera notée. Cet élément est un bon indicateur du réalisme de la mise en place de la solution. Une solution efficace qui nécessite une révision simultanée de plusieurs aspects du modèle de gestion actuel des matières résiduelles ne sera probablement pas soutenue par les décideurs.

5.2 Évaluation des pistes de solution

Dans la section précédente, les critères ont été identifiés et décrit afin de les évaluer à leurs justes valeurs; un système de pondération sera mis en place pour cela. Un système de pondération à 3 niveaux permettra de différencier les critères entre eux. Elle sera dans l'ordre ascendant en fonction de l'importance qui lui a été accordé. La cote de 1 est donnée aux critères les moins importants, ou les plus difficilement évaluables. Une pondération de 2 est accordée à ceux ayant un pouvoir décisionnel. Évidemment la cote de 3 est réservée aux critères les plus déterminants, c'est-à-dire ceux qui influencent le plus les décisions des gestionnaires. Le tableau 5.1 résume ces pondérations et permet d'avoir un repère visuel simple.

Tableau 5.1 Sens des pondérations utilisées pour chacun des critères

Pondération	Explication
1	Critères moins importants difficilement mesurables
2	Critères pouvant être à l'origine d'une décision
3	Critères les plus déterminants ayant un fort pouvoir décisionnel

Le pointage brut de chaque critère varie de zéro à trois sera par la suite multiplié par la pondération. Le volet économique se voit attribuer une importance un peu plus élevée suite à la valeur attribuée à ses critères qui découlent de son pouvoir décisionnel. Les volets environnemental et social sont d'importance similaire puisque les deux possèdent trois critères détenant des pondérations égales. Sachant que le volet technique ne possède qu'un critère il aura par conséquent moins de poids par rapport aux autres volets. Les pondérations ont été décidées ainsi afin que l'analyse se rapproche le plus de la situation réelle. Le premier critère pris en compte par les décideurs tourne autour du coût, ainsi que la répétabilité économique d'une solution; ce qui fait que le volet économique importe plus aux yeux des décideurs. Le cumul des coûts reçus permet de faire une comparaison des pistes de solution et ressortir les plus appropriés aux réalités du Québec. Cependant, les pistes de solutions accumulant de plus faibles résultats ne sont pas automatiquement rejetées des recommandations puisque cela ne signifie pas qu'elles ne sont pas applicables ou qu'elles ne représentent pas de bonnes idées.

Les critères s'étant vu attribuer une pondération de 1 sont les suivants : l'impact visuel et la création d'emploi. Les critères qui ont mérité la cote de 2 sont au nombre de cinq. Il s'agit de la qualité de l'air, du coût d'opération et de maintenance, du coût de ressources humaines, de la commodité pour la population, du coût d'opération et de maintenance ainsi que la facilité d'implantation de la solution. C'est un groupe assez large contenant les critères de chaque sphère. Trois critères ont mérité une valeur de 3 due à leur pouvoir décisionnel. Le premier critère est l'impact du changement. Une pondération élevée lui a été accordée puisqu'il s'agit du critère environnemental le plus marquant, car il prend en compte l'impact sur les problèmes identifiés. Le second critère est le coût d'investissement, l'argent est un incitatif de taille et peut-être une limite pour la réalisation de certaines solutions. Cela est bien normal dans ce cas-ci, car les budgets accordés à la GMR dans les MRC et municipalités sont souvent très limités. Même si une solution est plus adéquate à long terme pour un endroit, si ce dernier ne peut pas se l'offrir à la base, elle ne pourra malheureusement pas être mise en place. Cette limite peut également être compensée par les fonds

d'aide disponibles ainsi que les redevances pouvant être obtenues suite à certaines solutions. Le dernier est l'acceptabilité sociale. La population est la source de la matière première, par conséquent le taux de participation est le moteur de succès d'une solution. Sans la participation, une solution rentable économiquement et efficace sur le plan environnemental ne pourra en aucun cas résoudre le problème des matières résiduelles.

5.3 Analyse multicritère

Les pistes de solution pour améliorer la gestion des MO présentés sont analysées selon une analyse multicritère, en fonction de leur respect des critères de développement durable c'est-à-dire les volets environnementaux, sociaux et économiques ainsi que d'un volet technique. Les valeurs attribuées à chaque critère analysé varient de -3 à 3, -3 représentant un critère très négatif (défavorable au développement durable), -2 un critère moyennement négatif, -1 faiblement négatif, 0 un critère neutre, +1 un critère légèrement positif (favorable au développement durable), +2, un critère modérément positif et +3 un critère très positif. Une valeur de 0 est attribuée à tout critère pour lequel la solution n'a pas assez d'impact pour être évalué. Ainsi, aucun critère ne peut être laissé de côté puisqu'aucun ne peut être jugé non applicable. La moyenne des valeurs des critères est déterminée pour chacune des sphères du développement durable, puis les valeurs moyennes des trois sphères sont intégrées, afin de déterminer si la solution analysée respecte le développement durable (Office de la coordination environnementale et de l'énergie du Canton de Berne, 2010). Suite à cela, la pondération expliquée précédemment est appliquée sur la note à l'aide d'une multiplication. Tous les points de chacune des solutions sont finalement cumulés et cela représente la note finale de la solution. Le tableau 5.2 explique les notes possibles.

Tableau 5.2 Sens des pointages attribués pour chacun des critères

Pointage attribué	Signification du pointage
-3	défavorable au développement durable
-2	moyennement négatif
-1	faiblement négatif
0	Neutre, aucune incidence
1	Faiblement positif
2	Moyennement positif
3	Fortement favorable

Suite à l'application des notes, le tableau 5.3 présente, les différentes notes accordées pour chaque solution, en fonction de chaque critère. Et c'est au tableau 5.4 que les notes sont bonifiées à l'aide des pondérations pour la prise en compte dans le choix des solutions. Ce tableau résume l'importance accordée

à chaque critère pour chaque cas. En effet la prise en compte des différents paramètres ainsi que la pondération nous donne une note globale pour chaque solution. En prenant en compte cela, les solutions à préconiser se feront ressortir en fonctions des catégories.

Tableau 5.3 Analyse multicritère

Solutions	ISÉ	Collecte pneumatique	Collecte par apport volontaire	Utilisation de sacs colorés	collecte pèle mèle (sans tri)	Renforcement positif	Tarification incitative	Feed-back	Stratégie comportementale	Ouvre-sacs	Introduction de broveur	Robot trieur	implication des ICI dans la collecte des matières organiques
ENVIRONNEMENTAL													
Impact sur les problèmes	2	2	3	2	1	2	3	2	3	3	3	1	2
impact sur la modification de l'habitat	0	3	2	-1	1	0	0	0	0	0	2	3	2
Émissions de gaz à effet de serre liée à la solution	1	3	3	0	2	1	1	0	1	1	3	3	2
Sous-total	3	8	8	1	4	3	4	2	4	4	8	7	6
ÉCONOMIQUE													
Cout de construction	2	1	3	2	2	3	3	3	3	1	1	1	2
Frais d'exploitation	1	2	3	1	1	3	3	2	3	1	1	2	2
Cout des ressources humaines	2	2	3	1	2	2	2	2	2	2	2	1	1
Sous-total	5	5	9	4	5	8	8	7	8	4	4	4	5
SOCIAL													
Acceptabilité sociale	3	3	-1	1	2	3	2	3	3	1	2	1	2
Création d'emplois	2	1	-1	2	1	1	1	2	1	1	1	1	3
Commodité pour la population	3	3	-1	1	3	3	3	3	3	3	2	1	0
Sous-total	8	7	-3	4	6	7	6	8	7	5	5	3	5
TECHNIQUE													
Facilité d'application de la solution	3	-1	3	2	2	2	3	2	2	2	1	1	2
Sous-total	3	-1	3	2	2	2	3	2	2	2	1	1	2
TOTAL DES POINTS	19	19	17	11	17	20	21	19	21	15	18	15	18

Tableau 5.4 Analyse multicritère pondérée

Critères	Solutions	Pondérations	ISÉ	Collecte pneumatique	Collecte par apport volontaire	Utilisation de sacs colorés	collecte pèle mèle (sans tri)	Renforcement positif	Tarification incitative	Feed-back	Stratégie comportementale	Ouvre-sacs	Introduction de broyeur	Robot trieur	implication des ICI dans la collecte des matières organiques
ENVIRONNEMENTAL															
Impact sur les problèmes		3	6	6	9	6	3	6	9	6	9	9	9	3	6
impact sur la modification de l'habitat		1	0	3	2	-1	1	0	0	0	0	0	2	3	2
Émissions de gaz à effet de serre liée à la solution		2	2	6	6	0	4	2	2	0	2	2	6	6	4
Sous-total			8	15	17	5	8	8	11	6	11	11	17	12	12
ÉCONOMIQUE															
Cout de construction		3	6	3	9	6	6	9	9	9	9	3	3	3	6
Frais d'exploitation		2	2	4	6	2	2	6	6	4	6	2	2	4	4
Cout des ressources humaines		2	4	4	6	2	4	4	4	4	4	4	4	2	2
Sous-total			12	11	21	10	12	19	19	17	19	9	9	9	12
SOCIAL															
Acceptabilité sociale		3	9	9	-3	3	6	9	6	9	9	3	6	3	6
Création d'emplois		1	2	1	-1	2	1	1	1	2	1	1	1	1	3
Commodité pour la population		2	6	6	-2	2	6	6	6	6	6	2	4	2	0
Sous-total			17	16	-6	7	13	16	13	17	16	6	11	6	9
TECHNIQUE															
Facilité d'application de la solution		2	6	-2	6	4	4	4	6	4	4	4	2	2	4
Sous-total			6	-2	6	4	4	4	6	4	4	4	2	2	4
TOTAL DES POINTS			43	40	38	26	37	47	49	44	50	30	39	29	37

5.4 Explication des notes attribuées

Les notes attribuées à chaque piste dans la grille sont expliquées dans cette section. Les descriptions sont faites par critère, ainsi les pistes de solution ayant les mêmes notes sont décrites ensemble. Il est à noter que d'autres pistes de solution telles les différentes solutions pour la collecte sont analysées et comparées entre elles.

5.4.1 Impact sur les problèmes identifiés

La plupart des solutions ont obtenu une bonne note pour ce critère. La collecte par apport volontaire, la tarification incitative, la stratégie comportementale, l'introduction de l'ouvre sac ainsi que l'introduction de broyeur sont celles ayant reçu la note de 3. Ces solutions contribuent fortement à la protection de l'environnement et l'atteinte des objectifs du PQGMR. Celles de note 2, légèrement inférieure, ont des retombées moins importantes et moins certaines, mais quand même non négligeables. Des expériences démontrent l'efficacité de la solution, mais ne touchent pas forcément à certains problèmes importants identifiés. La collecte pneumatique ainsi que l'utilisation de sac coloré par exemple aident au tri, mais ne couvrent pas le problème de sac plastique. Les solutions ayant obtenues la note 1 ont qu'un impact minime sur l'environnement et les problèmes déjà identifiés avec le système de gestion actuel. Pour ce critère, les évaluations sont toutes positives et aucune des solutions n'est à 0, car le critère est applicable à toutes les idées.

5.4.2 L'impact sur la modification de l'habitat

Malgré le choix de ce critère justifié par son importance dans le processus décisionnel c'est un critère qui s'applique à 7 des 13 pistes de solutions proposées. La collecte pneumatique ainsi que l'introduction de robot trieur sont les solutions ayant obtenu une note de trois. Cette notation leur permet donc d'être privilégiés parmi les autres. Cette note est justifiée par le fait que les solutions réduisent fortement la pollution visuelle dans la ville. Elles peuvent également être un centre d'attraction, car ce sont les attractions technologiques peu connues au Québec et agréables à voir. La note inférieure 2 est accordée aux solutions ne modifiant pas significativement le visuel d'un endroit. Le paysage est peu affecté et pas partout. Les conteneurs de récupération des MO sont un exemple de cette situation. La note 1 est attribuée aux solutions modifiant légèrement le paysage ou pas du tout par rapport à l'état actuel.

5.4.3 Les émissions de gaz à effet de serre lié à la solution

À ce niveau quatre pistes de solution sont considérées comme étant fortement positives et ont obtenu la note 3. Ces solutions sont susceptibles de diminuer le camionnage ou réduire fortement la fréquence de collecte. La baisse du kilométrage et du nombre de camions sur les routes améliore le bilan carbone d'une

ville. La collecte pêle-mêle étant la seule solution à obtenir la note 2 est dû à la diminution du nombre de camions, car un seul s'occupe de tous les déchets, mais également à la réduction de l'enfouissement par un meilleur tri des déchets collectés par cette méthode. Celles ayant reçu 1 ont un impact moins élevé sur l'émission de GES. Cet impact n'est pas forcément lié au camionnage, mais en détournant un certain nombre de déchets de l'enfouissement par conséquent contribue à l'amélioration du bilan carbone de la ville. L'utilisation de sac coloré n'a pas d'impact sur l'émission de GES, car c'est la même collecte qui continue juste que les matières résiduelles seront mises dans les sacs colorés plutôt que dans les bacs. De toutes les solutions, la collecte pneumatique, la collecte par apport volontaire ainsi que l'introduction de broyeur sont les solutions les plus favorisées par le volet environnemental par le pointage brut.

5.4.4 Cout de construction

Le cout de construction étant le critère le plus important et décisive du volet économique, il permet à certaines solutions de se démarquer des autres en ayant la note maximale de 3. Il s'agit de l'arrêt de la collecte porte-à-porte, le renforcement positif, l'imposition d'une tarification sur la collecte des résidus ultimes, la rétroaction ainsi que la stratégie comportementale. Puisque ce sont tous des changements d'ordre décisionnel, sans investissement majeur, leur application ne nécessite une prise de décision réglementaire. La mise en place d'activités d'ISÉ, l'utilisation de sacs colorés et la collecte pêle-mêle ont toutes reçu une note 2, car ils nécessitent des investissements initiaux moins élevés en complément des dispositions déjà prises. À titre d'exemple pour la collecte de sac coloré les bacs déjà à la disposition des ménages ne seront d'aucune utilité, cependant les mêmes camions pour la collecte actuelle seront au service de la nouvelle collecte. Les solutions restantes ont toutes une note 1. Cela est justifier par le fait qu'elles nécessitent des investissements majeurs au préalable pour la mise en place des solutions. Une notation négative n'a pas été jugée nécessaire pour ce critère, car la différence est déjà couverte par la pondération qui crée une différence significative.

5.4.5 Frais d'exploitation

Le second facteur économique reflète un peu le premier quant aux pistes de solutions ayant la note maximale de 3 qui réapparaissent. Cependant, la rétroaction qui perd un point et se voit attribuer la note de 2, car nécessite des moyens pour le retour du compost aux foyers. Ces options ne coûtent pas cher une fois mises en place, cela est dû au fait que l'achat d'équipements supplémentaires pour maintenir la solution n'est pas nécessaire et ne demande pas de cout de maintenance et de suivit contrairement aux autres pistes de solution. L'instauration de la collecte pneumatique, le feed-back et le robot trieur ont reçu la note 2 puisque des ressources financières sont nécessaires pour assurer la maintenance et permettre le bon fonctionnement de la solution. Cette demande de frais répétitive rend la situation moins favorable.

Cependant, il existe des solutions qui en demandent encore plus, ce qui leur a valu la note minimale de 1. Ce résultat se traduit par l'utilisation obligatoire d'équipements, qui doivent constamment être achetés ou entretenus ou qui ne permettent pas d'améliorer la situation actuelle.

5.4.6 Cout des ressources humaines

Le dernier critère du volet économique fait ressortir une solution nécessitant le moins de ressources humaines. Il s'agit de l'apport volontaire qui élimine la main d'œuvre, auparavant nécessaire pour la collecte. Également d'autres solutions qui ne nécessitent pas le recrutement de personnel pour leur mise en place et leur fonctionnement. Le personnel déjà en service pourra alors prendre la relève en leur confiant de nouvelles tâches. Ces solutions ont reçu une note de 2 dans la grille d'analyse. Les solutions nécessitant l'embauche temporaire de personnes pour la mise en place de la solution ont reçu un 1.

5.4.7 Acceptabilité sociale

Avant la mise en place, l'acceptabilité sociale n'est qu'une estimation mais est fortement liée au niveau d'effort demandé au citoyen pour la gestion des MO et à l'impact monétaire des changements. La plupart des solutions ne demandent pas assez d'effort de la part des citoyens ce qui leur a valu la note maximale de 3. En plus de la mise en place des activités d'ISÉ la collecte pneumatique diminue également l'effort des citoyens en faisant économiser l'espace nécessaire pour la présence des bacs. L'autre aspect peut aussi être également la suppression des efforts pour sortir les bacs les jours de collecte. La note 2 a été attribuée aux solutions engendrant des changements comportementaux minimes chez les gens. Ces changements ne sont pas de nature à leur compliquer la tâche mais plutôt à leur simplifier la collecte. Par exemple, la mise en place de système de collecte pêle-mêle amène les gens à modifier leurs habitudes de tri des matières ainsi qu'à leur éviter de mettre plusieurs bacs dans leurs cuisines. La note 1 signifie une acceptabilité sociale faible, lorsque les habitudes quotidiennes sont modifiées. Elle est attribuée à l'utilisation de sac coloré, car cela consiste en des dépenses supplémentaires pour l'achat des sacs. La notation négative est utilisée pour l'arrêt de la collecte porte-à-porte, car celle-ci demande des efforts énormes pour le citoyen; ce n'est pas facilement accepté par les citoyens, mais c'est une solution envisageable pour les petites localités. Cette option contribue à l'atteinte de l'objectif pour les zones éloignées ou qui ne dispose pas de système de collecte sélective.

5.4.8 Création d'emploi

Une seule solution a reçu 3 pour la création d'emplois; c'est celle pour laquelle l'embauche à temps plein de personnel supplémentaire est indispensable. Il ne s'agit pas uniquement du type de contrat offert, mais également le nombre potentiellement élevé de recrutements pour la mise en œuvre de la solution. Cela concerne l'implication des ICI dans la collecte des MO. La note 2 est attribuée aux solutions nécessitant l'embauche temporaire de personnel ou de seulement quelques individus même si elles sont permanentes. Les solutions ayant reçu la note 1 sont celles pour lesquelles des modifications du personnel pourraient être requises. Quant à la note de -1 attribuée à la collecte par apport volontaire sont dus à la suppression probable des collecteurs ainsi que la réduction du nombre de chauffeurs de camion.

5.4.9 Commodité pour la population

Comme mentionné dans la section précédente, la commodité pour la population prend en compte certains aspects non évalués dans l'acceptabilité sociale. Parmi les solutions proposées, six ont eu la plus forte notation de 3. Ce ratio met en évidence l'efficacité des pistes de solution pour améliorer la participation citoyenne à la gestion des MO. Certaines solutions n'ont pas une bonne note pour l'acceptabilité sociale, cependant leurs mises en place ne dérangent pas pour autant le quotidien. Par exemple la tarification incitative perd une note pour le critère d'acceptabilité sociale à cause des sanctions pécuniaires alors que la mise en place ne dérange en aucun cas les habitudes. L'introduction de broyeur est la seule à avoir obtenu une note de 2. Cela est dû au fait qu'elles ne modifient que très peu les habitudes des gens. Cette option demande juste à passer les MO résiduelles dans le broyeur. Cependant, elles ne représentent qu'une modification des habitudes et une fois que cela se sera produit, la commodité pourrait être plus élevée. Vu que la mise en place de certains équipements n'affectent pas l'effort fourni par le citoyen, l'introduction du robot trieur et de l'ouvre-sac reçoivent la note de 1. En ce qui concerne les conteneurs de récupération, placé à des endroits stratégiques, beaucoup de gens passent à proximité dans leur quotidien mais le fait de marquer l'arrêt ou encore de transporter les déchets peut être dérangeant. Ces facteurs font que la solution reçoit une note négative de -1.

5.4.10 Facilité d'implantation de la solution

Le seul critère technique donne le pouvoir aux solutions d'ordre décisionnel. La note maximale de 3 a été attribuée à toutes celles qui ne demandent pas de ressources humaines ou l'achat de matériel pour leurs exécutions. Des solutions peuvent également demander un apport matériel mais ne jouent pas sur toute la chaîne, c'est-à-dire nécessitant des changements à certain niveau sans pour autant être affecté par plusieurs aspects en même temps ont reçu la note 2. La note 1 est attribuée aux solutions qui demandent des ressources monétaires importantes pour l'achat d'équipements. Une notation négative est donnée à

la seule solution nécessitant un important remaniement du fonctionnement actuel, celle où beaucoup de temps, de ressources humaines et de ressources pécuniaires sont nécessaires à sa mise en place. Elle sera possible pour les nouvelles constructions, mais les constructions déjà existantes seront forcément refaites pour répondre aux exigences.

5.5 Limite de l'analyse

L'analyse réalisée prend en compte les problèmes identifiés lors de visite sur les plateformes de compostage ainsi que les données disponibles. Cependant les critères, la répartition de la pondération et les résultats contiennent une part de subjectivité. Également, certaines solutions ne sont pas de même nature donc ne seront pas comparables sur ce plan mais par rapport à leurs notes globales.

5.6 Résultats de l'analyse

Maintenant que l'analyse multicritère a été effectuée et que les notes ont été attribuées et expliquées, il est possible de ressortir des tendances et des résultats. Les pistes sont analysées par catégorie, c'est-à-dire en fonction de la collecte, des pistes d'amélioration de tri et l'ajout de matériel à la chaîne de transformation des MO. Parmi les solutions pour la collecte, deux se démarquent plus que les autres. Il s'agit de la collecte pneumatique des déchets et l'apport volontaire. La collecte pneumatique gagne du terrain sur le volet environnemental et social avec respectivement un cumul de note brut de 8 et 7. C'est une solution difficile à mettre en place sur le plan technique, mais reçoit quand même la plus forte note de 40/63 pour les types de collecte proposés. L'arrêt de la collecte porte-à-porte se place en deuxième position avec une note de 38. Un tel pointage est dû au volet économique où elle reçoit le total maximal des points. Cependant, le volet social lui en fait perdre beaucoup puisqu'il obtient des notes négatives partout. Les solutions favorisant le bon tri, quant à elles, obtiennent des résultats très similaires entre elles. Le feed-back est la solution qui reste un peu plus en arrière par rapport aux autres. Le seul critère créant une différence de pointage est l'impact du changement. Pour la dernière catégorie des technologies, elles ne sont pas comparables entre elles, car n'agissent pas au même niveau et ne visent pas les mêmes problèmes. L'introduction du broyeur se démarque, car joue sur plusieurs problèmes identifiés et totalise un total de 39 contre 30 pour l'ouvre sac, évalué à parts égales pour le volet environnemental et économique. Au final, lorsque toutes les solutions sont comparées entre elles selon l'analyse multicritère, la stratégie comportementale est celle se démarquant le plus, avec 50 points. Suite à cela vient la tarification incitative avec 49 et 45 pour le renforcement positif. Toutes les pistes de solution ayant obtenu une note à partir de 40/63 dans le présent analyse sont considéré comme étant acceptable sur le plan du DD et peuvent être recommandé.

CHAPITRE 6 RECOMMANDATIONS

Maintenant que les solutions possibles sont analysées, des recommandations justifiées sont de mise. Cette section présente des recommandations qui tiennent compte de l'analyse réalisée et des données mises en avant dans ce document. Elles ont pour but d'orienter la filière de gestion des MO pour atteindre les objectifs de la Politique. Il est difficile de recommander une solution standard pour la gestion des MO, parce que chaque municipalité a ses propres particularités dont il faut tenir compte lors de cette décision. Les recommandations seront alors à plusieurs niveaux parmi des pistes de solution retenues en fonction des problèmes identifiés. Les recommandations ci-dessous sont mises dans un ordre de priorité. Elles s'adressent à toutes les parties prenantes de la gestion des matières organiques.

6.1 Recommandations pour améliorer la collecte

Parmi les pistes nouvelles d'amélioration de la collecte, seule la collecte pneumatique des déchets atteint la note acceptable. Cela ne veut pas dire que la collecte actuelle de la 3^e voie n'est pas efficace. Ce type de collecte permet d'assurer une meilleure qualité de la MO acheminée vers les centres de traitement.

Première recommandation : Maintenir le développement de l'actuelle collecte de la 3^e voie ou y substituer, lorsque le contexte est avantageux, la collecte pneumatique.

Une collecte séparative de la MO permet une diminution de la contamination physicochimique de la matière collectée. La collecte pneumatique ainsi que la collecte de la 3^e voie demandent toujours un tri à la source d'où leurs efficacités en ce sens.

6.1.1 Couverture du territoire

La collecte de la 3^e voie a un taux de réacheminement supérieur à celui de la collecte par apport volontaire. Les municipalités aux moyens limités ne peuvent souvent pas desservir les secteurs à faible densité. C'est notamment le cas dans les secteurs de villégiature éloignés des villes. Ceux-ci peuvent par conséquent compléter avec le système de collecte par apport volontaire.

Deuxième recommandation : Ajouter un segment de collecte par apport volontaire là où la densité des habitations et la distance ne permettent pas de développer la collecte de la 3^e voie.

Cette solution totalise une note de 38 qui se rapproche de la note tolérée. Elle est tout de même plus bénéfique que l'absence de collecte des MO dans les secteurs à faible densité. Cette combinaison permet d'offrir une couverture totale aux ménages du territoire.

6.1.2 Augmentation de la taxe à l'enfouissement de la MO

La redevance à l'élimination est une belle initiative qui incite à détourner des sites d'enfouissement mais elle demeure trop peu punitive actuellement pour la MO. Seule son augmentation régulière peut éliminer la concurrence entre le compostage et l'enfouissement.

Troisième proposition : Poursuivre l'augmentation de la redevance à l'élimination pour rendre le compostage plus économique que l'élimination.

Une augmentation de la taxe à l'enfouissement est l'action dissuasive logique dans le modèle économique actuel. Depuis juin 2006, tous les exploitants de lieux d'élimination versent au Fonds vert du Québec un montant pour chaque tonne de matière résiduelle éliminée. Ce montant a augmenté au fil des années, passant de 10 \$ en 2010 jusqu'à atteindre 21,30 \$ en 2014 et 22,57 \$ en 2018. Puisque cette redevance tente de dissuader le recours à l'élimination, le montant réclamé peut continuer sa progression de façon notable. Ainsi, davantage de matières résiduelles seraient détournées de l'enfouissement. (MDDELCC, 2015; MDDELCC, 2018b) Avec la croissance continue des frais d'enfouissement, une partie peut également contribuer au financement d'autre projet pour optimiser la gestion des MO afin d'atteindre les objectifs de la PQGMR. Une partie des montants de redevance versés retourne aux municipalités qui les réinvestissent dans leurs PGMR.

Quatrième recommandation : Le programme d'aide financière aux municipalités présentement en vigueur devrait être révisé pour tenir compte des scénarios complémentaires et du développement des modes de gestion qui découle de l'augmentation des flux.

Puisque la mise en œuvre des solutions présentées nécessite des ressources financières, il est pertinent de présenter des manières d'amasser cet argent.

6.1.3 Facilitation de la collecte aux ICI

Le faible taux de recyclage des MO sur un territoire est également dû au manque d'adhésion des ICI à la collecte des MO. L'augmentation de la redevance à l'élimination permettrait de rendre économiquement intéressant le compostage des MO. Cela favorise l'implication des ICI pour qu'ils participent aux collectes de la 3^e voie.

Cinquième recommandation : Le service de collecte et de traitement des MO doit être offert aux ICI gratuitement ou à un coût très faible.

En suivant l'exemple de l'université de Sherbrooke, certains ICI peuvent mettre en place leurs systèmes de traitement des MO grâce aux subventions du programme de traitement des matières organiques par

biométhanisation et compostage (PTMOBC). Afin d'inciter les ICI à participer, les municipalités doivent s'ouvrir aux ICI pour améliorer la gestion des matières résiduelles de leur territoire.

6.2 Recommandation pour améliorer collaboration citoyenne

L'acteur le plus important dans la gestion des MO est le citoyen. Sa participation est la clé de réussite de toutes les meilleures solutions.

Sixième recommandation : Maintenir et développer les programmes d'ISÉ et la rétroaction vers les citoyens.

Toutes les solutions qui ont une bonne note dans le volet social de l'analyse favorisent une bonne collaboration citoyenne. L'ISÉ et la rétroaction semblent les plus utiles dans ce sens.

6.2.1 Réduction à la source

La collaboration citoyenne doit d'abord être dans la philosophie des 3RV-E. Cela signifie que le mode de gestion à préconiser est la réduction à la source. La réduction à la source permet une gestion sur place de la MO, permet d'éviter ou de diminuer les problèmes pécuriaires ou environnementaux de la gestion sur une plateforme.

Septième recommandation : L'emploi de la compostière domestique, lorsque possible, et l'application de l'herbicyclage sont des mesures complémentaires à favoriser partout.

La diminution du volume de MO produite par logement aura pour conséquence une diminution de matières reçue sur la plateforme ainsi qu'une diminution de la fréquence de collecte des MO, ce qui diminue les couts de collecte, l'émission de GES par l'activité de camionnage et favorise une meilleure gestion sur la plateforme. À défaut de réduire à la source, redonner du compost au citoyen favorise grandement la compréhension du bienfait du compostage et augmente le taux de participation. Un taux de participation élevé est un bon indicateur de réussite de la gestion des MR.

6.2.2 Participation citoyenne

Plus le citoyen se sent concerné par la gestion de ces matières, plus il fera d'effort pour la bonne gestion.

Huitième recommandation : Une combinaison de la stratégie comportementale, de renforcement positif et de feed-back est une solution à développer pour inciter à la participation.

En plus d'être économiquement favorables au DD, ces solutions gagnent du terrain également sur le volet social ainsi qu'une bonne facilité d'application.

6.3 Recommandation pour pallier aux problèmes des contaminants

La tarification incitative peut être mise en place de différentes manières en parallèle avec le feed-back ou le renforcement positif. L'identification des contaminants montre la présence de matières inorganiques dans le flux entrant des MO. Cette contamination est due à un mauvais tri à la source. La solution à ce problème ne peut être résolue que par un meilleur tri.

Neuvième recommandation : Développer la mise en place graduelle de la tarification incitative.

La tarification incitative est la clé de la démarche Zero Waste à San Francisco. Cette pratique peut être mise en place de différentes manières. La tarification incitative peut également être élaborée en parallèle avec le feed-back ou le renforcement positif. Ceci est critique et important, car autrement, des coûts de traitement et de tri seront maintenus sur la facture des citoyens.

6.4 Collecte en vrac des putrescibles dans les bacs

Étant donné que le problème principal de la contamination des flux est dû aux sacs plastiques, alors une collecte sans sac plastique doit être envisagée.

Neuvième recommandation : Le système actuel de collecte de la 3^e voie doit s'affranchir des sacs plastiques.

Afin d'y arriver avec le système de collecte actuelle, les feuilles de papier journal peuvent être utilisées à défaut des sacs en papier. Cela consiste à emballer les restes aliments dans le papier et de le jeter dans le bac brun. L'interdiction des traditionnels sacs orange remplis de feuilles mortes sur le territoire de la ville de Montréal depuis 2012 reste une initiative qui aide également mais le problème est géré séparément sur les plateformes de compostage.

6.5 Alternative au compostage

Chaque système de gestion a ses avantages et ses inconvénients en fonction des matières reçues. Les technologies actuelles ne sont pas pour autant mauvaises pour la gestion des MO, mais leur usage doit être adapté au flux. La biométhanisation est une technologie hyper performante pour certains gisements. Tout comme le compostage l'est pour d'autres gisements. Tous ont leur force et leur problème.

Dixième recommandation : Un réseau de différentes technologies et de sites intelligemment distribués sur un territoire représente une solution plus équilibrée.

Cependant la biométhanisation ne règle pas le problème des contaminants parmi les MO, car la gestion du digestat final ramène les mêmes problèmes de contamination déjà observés dans les composts.

CONCLUSION

Avec l'implantation d'une collecte de troisième voie et le développement de l'infrastructure pour le recyclage des MO, beaucoup de municipalités vivent déjà de grands changements en matière de GMR. La gestion des matières résiduelles au Québec est un domaine où les disparités sont nombreuses. Chaque ville possède son propre système de gestion et chaque opérateur fait fonctionner sa plateforme à sa manière. Cette diversité affecte également les problèmes qui sont d'origine différente et propre à chaque technologie.

L'analyse met en évidence le constat qu'il n'existe pas de solution universelle au traitement des MO qui soit applicable à l'ensemble du territoire. Certains problèmes sont communs aux différents modes de gestion, comme la participation citoyenne et la présence des sacs plastiques. Afin de résoudre efficacement le problème, il est important de s'attaquer à la source. Un bon tri permet ainsi d'améliorer efficacement la qualité des intrants sur les plateformes de compostage. Le compostage est un processus naturel, mais il faut laisser le temps à la nature de faire son œuvre. Il est possible d'accélérer le processus ou d'en contrôler tous les paramètres (lorsqu'on fait du compostage à l'intérieur d'un bâtiment par exemple), mais à quel coût? À quelle utilité?

L'objectif de cet essai était d'apporter des solutions afin d'optimiser la qualité des intrants et des traitements sur les plateformes de compostage au Québec. Sachant que les traitements actuels se sont toujours montrés efficaces face aux matières organiques putrescibles, les solutions ont été plus orientées vers la réception de flux propre. Les recommandations faites ont été réfléchies puis analysées par une grille d'analyse multicritère de DD afin de prouver leur durabilité. Cela démontre que le but principal a été atteint. L'atteinte de l'objectif principal passe forcément par l'atteinte des sous-objectifs. Afin de les atteindre, plusieurs thèmes ont été abordés dans les différents chapitres de l'essai. Le premier visait à mettre en contexte le cadre d'étude en délimitant les matières organiques ciblées. Le chapitre suivant exposait les problèmes de collecte. Quant au troisième chapitre, il décrivait les opérations sur les plateformes de compostages ainsi que leurs difficultés. Le quatrième bloc de l'essai présentait concrètement des solutions pouvant être apportées pour optimiser la gestion des MO. Au total, 13 idées ont été présentées. Ces dernières ont toutes été analysées au chapitre suivant, à l'aide d'une grille analyse multicritère. Les critères et les pondérations utilisés ont tous été justifiés, ainsi que les différentes notes attribuées. Le dernier chapitre a présenté les recommandations. Pour atteindre l'objectif de la PQGRM concernant le bannissement des MO de l'enfouissement, le Québec doit prendre exemple sur l'approche zéro déchet de San Francisco.

RÉFÉRENCES

- Blackburn Lefebvre, M-A. (2010). Le compostage communautaire, est-ce une alternative avantageuse pour la ville de Gatineau? (Essai de maîtrise, Université de Sherbrooke, Gatineau, Québec, Canada). Repéré à https://savoirs.usherbrooke.ca/bitstream/handle/11143/7049/cufe_Blackburn_essai109.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Bouffard, M. C. (2015). Modèle d'intervention proposé aux municipalités pour encourager les industries, les commerces et les institutions à recycler leurs matières organiques putrescibles. Repéré à https://savoirs.usherbrooke.ca/bitstream/handle/11143/6826/Bouffard_Marie_Claude_MEnv_2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Chaput, N. (2015). *La gestion des matières résiduelles dans les milieux densément peuplés*. Essai de maîtrise en environnement, Université de Sherbrooke, Sherbrooke, Québec. Repéré à https://savoirs.usherbrooke.ca/bitstream/handle/11143/7103/cufe_Chaput_Nicolas_essai434.pdf?sequence=1
- Crittenden, G. (2013). Automated Solid Waste Collection. *In Solid Waste and Recycling magazine. Features*. Repéré à <http://www.solidwastemag.com/features/automated-solid-waste-collection/>
- Éco Entreprises Québec [EEQ]. (2015). Rapport synthèse – Caractérisation des matières résiduelles du secteur résidentiel. EEQ. Repéré à http://www.ecoentreprises.qc.ca/documents/pdf/caracterisation_2012-2013_rapport_synthese_fr_final.pdf
- Éco Entreprises Québec [EEQ]. (2017). Rapport synthèse – Caractérisation des matières résiduelles du secteur résidentiel. EEQ. Repéré à <http://www.eeq.ca/nouvelles-et-documentation/documents-et-publications/rapports-et-publications/>
- Environnement Canada (2013). Document technique sur la gestion des matières organiques municipales. Environnement et Changement climatique Canada, section Ressources. Repéré à https://www.ec.gc.ca/gdd-mw/3E8CF6C7-F214-4BA2-A1A3-163978EE9D6E/13-047-ID-458-PDF_accessible_FRA_R2-reduced%20size.pdf
- Gagné, S. (2010). L'autre façon de collecter les matières résiduelles. *In Gaiapresse. Nouvelles*. Repéré à <http://gaiapresse.ca/nouvelles/lautre-facon-de-collecter-les-matieres-residuelles-16198.html>
- Institut de la statistique du Québec. (2016). Les habitudes de compostage des ménages québécois. Repéré à <http://www.stat.gouv.qc.ca/statistiques/environnement/compost-menage.pdf>
- Laroche Paquet, R. (2015). Optimiser la récupération, le tri et la commercialisation des matières recyclables au Québec. Essai de maîtrise en environnement, Université de Sherbrooke, Sherbrooke, Québec. Repéré à <https://savoirs.usherbrooke.ca/handle/11143/7587>
- Loi sur la qualité de l'environnement, L.R.Q., c. Q-2

- Mickaël, D. (2014). *The comparative effectiveness of persuasion, commitment and leader block strategies in motivating sorting*. *Waste management*. Repéré à <http://mickaeldupre.com/wp-content/uploads/2016/06/comparative-effectiveness-of-persuasion-commitment-and-leader-block.pdf>
- Mickaël, D., Isabelle, D., & Sébastien, M. (2014). Revue de littérature sur les techniques d'influence et de communication appliquées à la gestion des déchets. *Pratiques psychologiques*, 20(4), 211-230. Repéré à <http://mickaeldupre.com/wp-content/uploads/2016/06/revue-de-litt%C3%A9rature-sur-les-techniques-d'influence-et-de-communication-appliqu%C3%A9es-%C3%A0-la-gestion-des-d%C3%A9chets.pdf>
- Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC). (2015). Lignes directrices pour la planification régionale de la gestion des matières résiduelles. Repéré à <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/matieres/valorisation/lignesdirectrices/ld-planification-regionale-gmr.pdf>
- Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de La Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC). (2018a). Lignes directrices pour l'encadrement des activités de compostage. Repéré à <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/matieres/valorisation/lignesdirectrices/compostage.pdf>
- Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC). (2018b). *Redevances pour l'élimination de matières résiduelles*. Repéré à <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/matieres/redevances/index.htm>
- Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP) (2011). Politique québécois de gestion des matières résiduelles : plan d'action 2011-2015. MDDELCC, section Matières résiduelles – Politique québécoise. Repéré à <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/matieres/pgmr/presentation.pdf>
- Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP). (2011). Lignes directrices pour l'encadrement des activités de biométhanisation. Repéré à <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/programmes/biomethanisation/lignes-directrices-biomethanisation.pdf>
- Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP), (2012). *Bannissement des matières organiques de l'élimination au Québec : état des lieux et perspectives*. Direction des matières résiduelles et des lieux contaminés, Service des matières résiduelles. Repéré à <http://www.mddep.gouv.qc.ca/matieres/organique/bannissement-mat-organ-etatdeslieux.pdf>
- Misra, R. V., Roy, R. N., et Hiraoka, H. (2005). Méthodes de compostage au niveau de l'exploitation agricole. *FAO. ed. Rome*. Repéré à <http://www.fao.org/docrep/008/y5104f/y5104f00.htm#Contents>
- Mony, J. (2017). Matière organique résidentielle et spécificités territoriales québécoises : les modes de gestion à préconiser. (Essai de maîtrise). Université de Sherbrooke, Sherbrooke, Québec, Canada. Repéré à http://savoirs.usherbrooke.ca/bitstream/handle/11143/10653/Mony_Jonathan_MEnv_2017.pdf

Office de la coordination environnementale et de l'énergie du Canton de Berne (2010). Évaluation de la durabilité des projets : *La Boussole Bernoise du développement durable : Guide*. Repéré sur le site du Canton de Berne, section Office de la coordination environnementale et de l'énergie. Repéré à http://www.bve.be.ch/bve/fr/index/direktion/ueber-die-direktion/downloads_publikationen.assetref/dam/documents/BVE/AUE/fr/aue_ne_nhb_lei_tfaden_f.PDF

Olivier, M. J. (2016). *Matières résiduelles et 3RV-E : Bâtir l'économie circulaire* (2e éd.). Saint-Robert, Québec : Lab Éditions

Organisation de coopération et de développement économiques. (OCDE). (2011). *Besoin d'aide?: La prestation de services et le financement de la dépendance*. Repéré à https://books.google.fr/books?hl=fr&lr=&id=MfIXEukSmQ4C&oi=fnd&pg=PA3&dq=related:xu6Kx0_1X8wJ:scholar.google.com/&ots=i7XoJbKouj&sig=ArV-QQAoDeLqe0f5Zu0k-yIz9Fo#v=onepage&q&f=false

Papargyropoulou, E., Lozano, R., Steinberger, J. K., Wright, N., et bin Ujang, Z. (2014). The food waste hierarchy as a framework for the management of food surplus and food waste. *Journal of Cleaner Production*, 76, 106-115. Repéré à <http://eprints.whiterose.ac.uk/79194/1/accepted%20manuscript.pdf>

RECYC-QUÉBEC (2009). Bilan 2008 de la gestion des matières résiduelles au Québec. *In RECYCQUÉBEC. Bilan de la gestion des matières résiduelles*. <http://www.recycquebec.gouv.qc.ca/Upload/Publications/MICI/Rendez-vous2009/Bilan2008.pdf>

RECYC-QUÉBEC (2014). Bilan 2012 de la gestion des matières résiduelles au Québec. Repéré à <https://www.recyc-quebec.gouv.qc.ca/sites/default/files/documents/bilan-gmr-2012.pdf>

RECYC-QUÉBEC (2017a). Bilan 2015 de la gestion des matières résiduelles au Québec. RECYCQUÉBEC, *section Matières organiques – Résidus organiques des entreprises*. Repéré à <https://www.recyc-quebec.gouv.qc.ca/sites/default/files/documents/bilan-gmr-2015.pdf>

RECEC-QUÉBEC (2017b). Résidus organiques des entreprises. Entreprises et organismes, *section Matières organiques*. Repéré à <https://www.recyc-quebec.gouv.qc.ca/entreprises-organismes/matieres-organiques/guides-et-etudes/residus-organiques-entreprises>

RECYC-QUÉBEC (2017c). Le compostage domestique. RECYC-QUÉBEC, *section Citoyens – Matières organiques*. Repéré à <https://www.recyc-quebec.gouv.qc.ca/citoyens/matieres-organiques/compostage-domestique>

RECYC-QUÉBEC (2017d). Le plan de gestion des matières résiduelles. RECYC-QUÉBEC, *section Municipalités – Mieux gérer – Plan de gestion des matières résiduelles*. Repéré à <https://www.recyc-quebec.gouv.qc.ca/municipalites/mieux-gerer/plan-gestion-matieres-residuelles>

RECYC-QUÉBEC (s. d.a). La digestion anaérobie. Les matières organiques en fiches techniques. RECYC — QUÉBEC, *section Entreprises et organismes – Matières organiques*. Repéré à <https://www.recyc-quebec.gouv.qc.ca/sites/default/files/documents/Fiche-technique-digestion-anaerobie.pdf>

Robichaud, S. (2014). Le bannissement des matières organiques au Québec en 2020 : Comment l'opérationnaliser? (Essai de maîtrise). Université de Sherbrooke, Sherbrooke, Québec, Canada.
Repéré à
https://www.usherbrooke.ca/environnement/fileadmin/sites/environnement/documents/Essais_2014/Robichaud_S_2014-06-26_.pdf

Voirvert (2018). Le système Envac de La Cité Verte. Section, Innovention. Repéré à
<http://www.voirvert.ca/nouvelles/innovation/le-systeme-envac-la-cite-verte>