



# CIRAIG<sup>MC</sup>

Centre interuniversitaire de recherche sur le cycle de vie des produits, procédés et services



## RAPPORT FINAL

DÉVELOPPEMENT ET APPLICATION D'UN OUTIL D'ÉVALUATION DES SCÉNARIOS DE GESTION DES MATIÈRES RÉSIDUELLES

Novembre 2007

*Préparé pour :*

### **Ville de Montréal**

À l'attention de Monsieur **Pierre Gravel**  
Chef de division, Division des matières résiduelles  
Direction de l'environnement et du développement durable  
801, rue Brennan, 8<sup>e</sup> étage  
Montréal (Québec), H2Y 1A5

*Par :*

**Geneviève Martineau, ing., M.Sc.A.**  
**Julie-Anne Chayer, ing.**

Département de Génie chimique  
École Polytechnique de Montréal

Soumis par :

BUREAU DE LA RECHERCHE ET DU  
DÉVELOPPEMENT TECHNOLOGIQUE (B.R.C.D.T.)  
ÉCOLE POLYTECHNIQUE DE MONTRÉAL

Campus de l'Université de Montréal  
Case postale 6079, succursale Centre-ville  
Montréal, (Québec) H3C 3A7

---

**Pr. Réjean Samson, ing., Ph.D**  
Directeur du projet

## Avertissement

Dans la présente étude, les options de gestion et de traitement des matières résiduelles ont été analysées dans une perspective « cycle de vie », mais de manière simplifiée. Des données partielles de sources diverses ont été employées, mais non validées par le CIRAIG.

Les résultats et conclusions de l'analyse étant tributaires des données fournies, le CIRAIG ne peut être tenu responsable des conséquences qui découleraient d'informations erronées ou d'une utilisation des résultats hors de leur contexte.

## **CIRAIG**

Centre interuniversitaire de recherche  
sur le cycle de vie des produits, procédés et services  
École Polytechnique de Montréal  
Département de génie chimique  
2900, Édouard-Montpetit  
Montréal (Québec) Canada  
C.P. 6079, Succ. Centre-ville  
H3C 3A7

[www.ciraig.org](http://www.ciraig.org)

## ÉQUIPE DE TRAVAIL

### Réalisé par

Geneviève Martineau, ing., M.Sc.A.      Chargée de projet  
Analyste principale

Julie-Anne Chayer, ing.                      Développement de l'outil, choix des critères  
Analyste    d'évaluation, consultations des partenaires et  
des élus.

### Collaborateurs

Jean-François Ménard, ing.                      Modélisation environnementale LET-  
Analyste    bioréacteur et support technique

Ian Dessureault                                      Revue des indicateurs de DD et consultations  
Éco-conseiller et étudiant M.Sc.A.              des partenaires

Manuele Margni, Ph.D.                              Support scientifique  
Agent de recherche

Edouard Clément, ing., M.Sc.A.                      Support technique  
Coordonnateur technique

Pr Jean-Pierre Revéret, Ph.D.                      Révision des critères sociaux  
CIRAIG- UQÀM. - Spécialiste en  
impacts sociaux du cycle de vie

Catherine Benoit                                      Révision des critères sociaux  
CIRAIG- UQÀM. - Candidate au Ph.D.  
ACV sociale



## SOMMAIRE EXÉCUTIF

Pour s'assurer que les choix effectués dans son PDGMR soient conformes aux principes du développement durable, la Ville de Montréal a fait appel au Centre interuniversitaire de recherche sur le cycle de vie des produits, procédés et services (CIRAIG) afin qu'il analyse les différentes options de collecte et de traitement retenues dans une perspective de « cycle de vie » et, plus largement, de développement durable.

L'objectif de la présente étude est donc d'évaluer et de comparer des options de gestion de matières résiduelles retenues par la Ville de Montréal afin de faire ressortir celles qui sont économiquement viables et qui présentent le moins d'impacts environnementaux et le plus de retombées sociales positives.

Afin d'évaluer les performances des scénarios dans un contexte de développement durable, les trois grands pôles que sont l'environnement, le social et l'économie devaient être considérés. Un outil, basé sur l'analyse du cycle de vie simplifiée, a donc été élaboré afin de comparer les outils de collecte, les options de collecte, les options de gestion des matières organiques et des résidus ultimes proposées et d'identifier les points forts et les points faibles de chacun. Pour ce faire, une liste de sept (7) critères d'évaluation divisés en 22 indicateurs et répartis entre les trois pôles du développement durable a été retenue. Les critères sont :

- E1. Utilisation des ressources
- E2. Gestion des rejets
- S1. Acceptabilité, responsabilisation des citoyens et incidences sociales
- S2. Atteintes à la santé et à la qualité de vie des citoyens
- S3. Atteintes à la santé et à la sécurité des travailleurs (SST) et risques technologiques
- T1. Bilan économique
- T2. Aspects techniques

Au cours de l'étude, ces critères ont fait l'objet d'une pondération, d'abord par un groupe de partenaires issus de groupes sociaux, environnementaux et du secteur économique touchant la gestion des matières résiduelles, et ensuite par un groupe de six élus municipaux. Les deux pondérations obtenues ont été appliquées aux résultats d'analyses afin que les valeurs des groupes sondés soient représentées.

Les quatre grandes phases de réalisation d'une analyse du cycle de vie (ACV), tel que recommandé par la norme ISO 14 040 ont ensuite été suivies pour le déroulement de l'étude.

### 1) Objectif et le champ de l'étude

Le **but** de l'analyse comparative simplifiée est d'évaluer les impacts environnementaux, sociaux et technico-économiques potentiels associés aux différents scénarios de gestion des matières résiduelles proposés par la Ville de Montréal.

Les systèmes étudiés ont pour **fonction** principale de « *gérer une quantité donnée de matières résiduelles* ». Toutefois, parmi les processus évalués se trouvent des technologies qui, en plus de gérer les matières résiduelles, fournissent un produit valorisable. C'est le cas de tous les systèmes générant du compost de qualité : ils ont

pour seconde fonction de « *produire un fertilisant organique* ». C'est aussi le cas des systèmes générant de l'énergie (sous forme de biogaz, de gaz de synthèse (syngaz), de vapeur ou autre) auxquels s'ajoutent la fonction de « *produire de l'énergie* ». Afin de maintenir l'équivalence fonctionnelle entre les options évaluées, des crédits environnementaux correspondant à la production évitée d'autres sources de fertilisants ou d'énergie ont été intégrés aux systèmes multifonctionnels.

L'**unité fonctionnelle** est la quantification de la fonction étudiée. Pour l'étude visée, l'unité fonctionnelle choisie est définie comme suit : « *La gestion de matières résiduelles résidentielles produites par l'agglomération de Montréal en 2018* ». Les **flux de référence** comprennent les quantités de matières recyclables, de matières organiques et de résidus ultimes qui seront générés annuellement en 2018 (basées sur l'actualisation des données de 2006).

Les frontières du système étudié comprennent quatre grandes étapes :

- 1) la collecte et le transport des matières résiduelles;
- 2) la récupération et le tri des matières recyclables;
- 3) le traitement des matières organiques et
- 4) le traitement et l'élimination des résidus ultimes.

Chacune de ces étapes a fait l'objet d'une analyse séparée, présentée dans un chapitre distinct du rapport. Étant donné le trop grand nombre de combinaisons possibles, aucun scénario regroupant l'ensemble des étapes n'a été analysé.

Certains processus ont été exclus de l'étude, notamment, la fin de vie des technologies, la gestion des résidus domestiques dangereux, des textiles et des encombrants, le transport et le recyclage des matières recyclables post-tri, les postes de transbordement, et le transport et la gestion des produits finis (compost ou autre) ont été exclus de l'étude. De plus, la phase de mise en œuvre (construction des bâtiments, installation des équipements, etc.) a été exclue de l'analyse sociale, puisque jugée variable en fonction du lieu d'implantation, et peu discriminante.

## 2) Collecte de données

Afin d'évaluer les options de gestion de matières résiduelles avec rigueur, il était souhaitable de baser l'analyse sur des données les plus représentatives possible des options comparées. Les données spécifiques aux cas à l'étude étant toujours préférables, un **questionnaire** permettant de quantifier ou qualifier les critères social, environnemental et technico-économique a été conçu spécialement pour la collecte d'informations relatives aux différentes options comparées.

Les **données** employées pour la modélisation environnementale des options sont donc issues en premier lieu des pré-designs réalisés par les firmes SNC-Lavalin et Solinov (2007) et par la Ville de Montréal, complétées par des banques de données et références génériques.

En ce qui a trait aux aspects sociaux et technico-économiques, l'expertise générale des répondants au sujet des options évaluées a été mise à profit. La qualité des données de l'étude pourrait éventuellement être améliorée en se basant sur des données d'enquêtes

auprès de la population (lors de processus de consultation ou de groupe de discussion par exemple).

### **3) Évaluation des impacts**

À partir des données recueillies par le questionnaire, une modélisation complète des options comparées a été réalisée à l'aide du logiciel ACV commercial SimaPro 7, puis les impacts environnementaux ont été évalués à l'aide de la méthode « IMPACT 2002+ ».

En ce qui a trait à l'évaluation des critères sociaux et technico-économiques, ils ont été évalués sur une base semi-quantitative, par une approche matricielle simplifiée. Dans la méthode matricielle, les résultats d'évaluation sont présentés sous forme de pourcentages variant de 25 à 100%, selon la performance de l'option considérée (25% étant le pire score possible). Ces scores sont établis à partir des informations recueillies lors de la collecte des données.

### **4) Interprétation des résultats**

#### ***a) Les outils de collecte des matières recyclables***

Quatre catégories d'outils ont été évaluées : les bacs verts (64 litres), les bacs « bonifiés » d'un couvercle et d'une poignée, les bacs roulants de 360 litres et les sacs de plastique. À l'issue de cette analyse, il est ressorti que :

- le bac vert bonifié est l'outil de collecte le plus intéressant d'un point de vue « développement durable » ;
- Le bac de récupération classique performe bien sur les plans environnemental et technico-économique, mais se classe dernier pour les aspects sociaux (notamment à cause des enjeux de manipulation et d'entreposage).
- Le bac roulant a plus d'impacts environnementaux à cause de son poids et du fait qu'il ne contient pas de plastique recyclé. Cependant, un contenu de plastique recyclé à 50%, comme les bacs verts, augmenterait sensiblement sa performance pour en faire un choix globalement très intéressant.
- Les sacs sont plus difficiles à évaluer puisque la quantité employée à chaque collecte dépend des citoyens et que leur contenu en matières recyclées peut varier selon les fabricants. Malgré tout, il a été jugé que la majorité des foyers utiliserait plus d'un sac par semaine, rendant cette option peu attrayante sur les plans environnemental et technico-économique.

#### ***b) Les options de collecte***

En tout, dix options de collecte ont été soumises au CIRAIG pour analyse :

- 3 sont applicables à un habitat « détaché », où les maisons unifamiliales, duplex et triplex possédant de l'espace sur le côté du bâtiment sont majoritaires ;
- 4 sont applicables à un habitat « non-détaché », où les rues sont bordées de maisons en rangées, de 1 à 8 logements ;
- 3 sont applicables à un habitat « multilogements », soit les tours d'habitations et les blocs comprenant 9 logements et plus.

Globalement, les éléments à considérer dans le choix d'une option de collecte sont :

- La réduction du nombre de voyages effectués par les camions ;
- La productivité des collectes (en tonnes collectées par heure), qui a une forte influence sur la performance des options ;
- La collecte des matières recyclables en mode pêle-mêle est préférable car elle réduit le temps de collecte et augmente la quantité de matières pouvant être transportée dans un même camion ;
- Les camions robotisés réduisent les risques à la santé et à la sécurité des travailleurs.

### ***c) La gestion des matières recyclables***

Pour la gestion des matières recyclables, l'analyse par l'approche matricielle n'a pas pu être réalisée, par manque de données permettant de distinguer les options selon les critères d'évaluation retenus. Cependant, afin d'évaluer lequel des deux modes de gestion est préférable, une enquête a été effectuée auprès de transporteurs, opérateur de centre de tri et fabricant d'équipements spécialisés. À l'issue de cette comparaison, il est apparu que de manière générale, la gestion pêle-mêle est préférable, puisqu'elle facilite la tâche des citoyens, augmente le rendement des collectes et ne modifie pas de manière significative les taux de rejet des centres de tri (dans la mesure où ils sont mécanisés de la même manière). La qualité de la matière envoyée aux recycleurs n'a pas été étudiée dans le détail, mais il semble que celle des matières issues des centres de tri pêle-mêle soit en voie d'amélioration.

### ***d) La gestion des matières organiques***

Les matières organiques comprennent les résidus alimentaires (RA) et les résidus verts (RV) (retailles de jardinage, feuilles mortes, etc.). Quatre approches technologiques visant le traitement des matières organiques des habitations de 8 logements et moins ont été soumises à l'analyse :

- Le compostage en andains sur aire ouverte (CO)
- Le compostage fermé (CF)
- Le compostage semi-fermé (CFO)
- La digestion anaérobie (DA)

À partir de ces technologies, neuf options de traitement des matières organiques ont été élaborées par la firme Solinov inc., selon le type d'autonomie régionale. Chacune de ces options doit traiter 190 000 tonnes de matières organiques annuellement :

- **un** pour lequel toutes les activités sont faites à l'extérieur de l'île (nommé « **zéro autonomie** » en faisant référence à l'autonomie régionale préconisée dans la PQGMR;
- **six** pour lesquels les matières organiques sont en partie traitées sur l'île (nommés « **autonomie partielle** ») et
- **deux** pour lesquels toutes les opérations de traitement ont lieu sur l'île de Montréal (nommés « **autonomie complète** »).

Suite à leur analyse, il ressort que plusieurs options sont intéressantes d'un point de vue « développement durable » : quatre des options d'autonomie partielle (2B.1, 2B.2, 2B.3 et 2D) présente les scores qui, en général, sont les plus élevés. Les options d'autonomie complète (3A et 3B) suivent de très près, puisqu'elles comportent des aspects techniques plus complexes que les autres, mais se classent très bien quant aux critères environnementaux. Enfin, l'option « zéro autonomie » est la moins coûteuse, mais présente le plus d'impacts environnementaux.

Les options comprenant des installations de digestion anaérobie sont favorisées sur le plan environnemental, puisqu'elles réduisent la consommation de gaz naturel et les émissions reliées à son extraction. Ce sont cependant des options un peu plus coûteuses, à cause des infrastructures nécessaires et de la complexité d'opération de tels systèmes. Par ailleurs, l'augmentation éventuelle des prix de l'énergie pourrait changer cet état de fait, grâce aux revenus issus de la vente de biogaz. Enfin, les aspects sociaux ne permettent pas de distinguer les options de gestion des matières organiques, puisqu'elles performant toutes de façon satisfaisante.

### ***e) La gestion des résidus ultimes***

Les résidus ultimes incluent les ordures ménagères, les refus des centres de tri des matières recyclables et des centre de traitement des matières organiques, les matériaux secs rebutés et les résidus alimentaires des habitations de 9 logements et plus. En conséquence, les sacs poubelle issus des zones « multilogements » pourront faire l'objet d'un tri-compostage avant le traitement final dédié à l'ensemble des RU.

En 2018, il est prévu qu'au total, 539 500 tonnes de résidus ultimes seront générés annuellement; toutes les options ont été comparées sur cette base.

Quatre technologies de traitement des résidus ultimes ont été modélisées pour l'analyse :

- L'enfouissement en site de type « bioréacteur »
- L'incinération à lit fluidisé
- La gazéification
- Le tri-compostage

Parmi ces options, le tri-compostage constitue d'avantage un prétraitement, puisqu'il vise uniquement le traitement des matières organiques et laisse intacts les résidus ultimes. En conséquence, les options proposées combinent le tri-compostage aux technologies d'élimination finale.

En tout, six options de gestion des résidus ultimes (RU) ont été comparées. Elles sont énumérées au tableau suivant :

Options de traitement des RU
1A-RU. Enfouissement seulement
1B-RU. Enfouissement avec tri-compostage des RU pour les 9 logements et +
2A-RU. Incinération à lit fluidisé seulement
2B-RU. Incinération à lit fluidisé avec tri-compostage des RU pour les 9 logements et +
3A-RU. Gazéification seulement
3B-RU. Gazéification avec tri-compostage des RU pour les 9 logements et +

À partir de la modélisation environnementale et des informations de nature socio-économiques collectées, la méthode d'évaluation simplifiée a été appliquée. Les résultats obtenus pour les six options, désagrégés selon les critères d'évaluation retenus, sont présentés ci-dessous :

### Comparaison des options de traitement des résidus ultimes par critères

Critère	Score						
	Enfouissement 1A-RU	Enfouissement + TC 1B-RU	Incinération 2A-RU	Incinération + TC 2B-RU	Gazéification 3A-RU	Gazéification + TC 3B-RU	
<b>E1</b>	Utilisation des ressources	25%	29%	<b>82%</b>	73%	<b>100%</b>	86%
<b>E2</b>	Gestion des rejets	32%	25%	<b>82%</b>	68%	<b>100%</b>	82%
<b>S1</b>	Acceptabilité/ Incidences sociales	50%	54%	57%	57%	<b>62%</b>	<b>62%</b>
<b>S2</b>	SST/ Risques technologiques	65%	66%	<b>69%</b>	<b>69%</b>	68%	68%
<b>S3</b>	Santé/qualité de vie	50%	56%	71%	<b>72%</b>	71%	<b>72%</b>
<b>T1</b>	Bilan économique moyen (\$/t)	<b>66\$</b>	87\$	100\$	115\$	121\$	134\$
	Traitement (\$/tonne)	<b>60\$</b>	81\$	98\$	113\$	119\$	132\$
	Transport (\$/tonne)	<b>6\$</b>	6\$	2\$	2\$	2\$	2\$
<b>T2</b>	Aspects techniques	<b>73%</b>	70%	60%	59%	59%	59%

Notes : les meilleurs scores sont indiqués en caractères gras dans des cases foncées.

Les options qui semblent intéressantes (parce qu'elles présentent moins de 10% d'écart avec le meilleur score ou possèdent un score supérieur à 80%) ont été identifiées par des cases colorées plus claires.

Globalement, il apparaît que les options 2A (incinération seule) et 3A (gazéification seule), suivies par l'option 2B (incinération et tri-compostage) sont les solutions les plus intéressantes pour la gestion des résidus ultimes. En effet, l'incinération sur lit fluidisé offre un score environnemental plus faible que la gazéification (à cause de la quantité d'énergie récupérée un peu moindre), mais son coût de revient plus bas le rend plus

performant sur le plan technico-économique, donc généralement mieux équilibré sur l'ensemble des pôles du développement durable. Pour sa part, l'enfouissement (options 1A et 1B) dépasse les autres options du point de vue technico-économique, mais est nettement désavantagé au chapitre des critères environnementaux. Enfin, les aspects sociaux étant tous assez semblables pour les options évaluées, il n'est pas possible de les départager sur ce point.

## Discussion générale

### *Importance relative des étapes de gestion*

Au cours de l'étude, l'outil d'évaluation simplifiée a été appliqué à la comparaison des outils de collecte pour les matières recyclables (chapitre 7), aux options de traitement des matières organiques (chapitre 9) et aux options de traitement des résidus ultimes (chapitre 10). De plus, les types de collectes ont été modélisés afin d'établir leurs impacts environnementaux potentiels (chapitre 7). Dans chaque cas, les options ont été comparées entre elles afin de faire ressortir celle(s) présentant le plus d'avantages.

Afin de remettre en perspective ces résultats, ces étapes de gestion (outils de collecte, type de collecte, traitement des MO et des RU) ont été comparées entre elles pour évaluer leur importance relative et permettre un choix plus éclairé.

Ainsi, il conviendra de :

- Choisir les outils de collecte qui servent le mieux des options de traitement retenues et non uniquement en fonction de leur impact environnemental;
- Orienter les efforts sur la réduction des transports par camion pour l'étape de collecte. Les transports de matières organiques et de résidus ultimes sont aussi importants (bien que cachés dans les résultats agrégés des options de traitement);
- Favoriser des technologies de traitement qui génèrent de l'énergie et évitent ainsi les impacts associés à la production d'énergies de source fossile.

Puisque la variabilité des impacts de l'étape de traitement des RU est la plus grande (pouvant aller d'un impact global négatif à un gain environnemental compensant pour tous les impacts générés au cours de la gestion des matières résiduelles), il sera essentiel de porter une attention particulière au choix des technologies. À cette fin, une étude environnementale plus approfondie permettra de mieux caractériser et différencier les impacts réels des différentes options de gestion des résidus ultimes.

### Limites de l'évaluation

L'analyse effectuée dans cette étude est basée sur une approche simplifiée. De ce fait, certaines limites doivent être soulignées, puisqu'elles influencent les résultats et introduisent une incertitude difficilement quantifiable.

- Tout d'abord, l'**utilisation des terres** n'est pas véritablement prise en compte en ACV. Cet aspect est cependant essentiel à la comparaison des options, vu la grande différence entre l'espace requis pour implanter, par exemple, un

gazéificateur ou un site d'enfouissement en bioréacteur. Le **temps d'occupation** est aussi un élément non négligeable qu'il serait intéressant d'intégrer dans une analyse future.

- Plusieurs des critères sociaux se sont avérés difficilement évaluable dans un mode prospectif, puisque le mode de **gouvernance** et les **lieux d'implantation** y jouent un rôle majeur.
- La qualité des données sociales de l'étude pourrait éventuellement être améliorée en se basant sur des **analyses sur sites** et des **enquêtes auprès de la population** (lors de processus de consultation ou de groupe de discussion par exemple).
- Le bilan économique ne tient pas compte de l'**évolution du marché** dans le temps et seule la redevance actuelle est considérée. Or, l'augmentation éventuelle du coût de l'énergie (gaz naturel, pétrole...) aura sans aucun doute un effet sur les revenus des technologies de gestion des matières résiduelles productrices de carburants, de même que sur les coûts de transport.

## Conclusion

En conclusion, les résultats de cette étude ont montré les points forts et les points faibles des diverses options comparées. De façon générale, il ressort que les deux paramètres importants à prendre en compte lors du choix d'une **technologie de traitement** sont :

- **Les distances de transport parcourues** : à cause de la consommation de carburants fossiles, des émissions atmosphériques, du coût de transport (qui augmentera inévitablement dans les années à venir) et des nuisances associées au passage des camions ;
- **La quantité d'énergie produite** : toute production d'énergie à partir des technologies de traitement se traduit par une économie de ressource ailleurs (production de gaz naturel évitée ou autre). Cet aspect est prédominant dans le bilan environnemental des options évaluées. De plus, il s'agit d'une source de revenu non négligeable qui pourrait, advenant une augmentation des prix de l'énergie, rendre la digestion anaérobie, la gazéification et l'incinération plus économiques que l'enfouissement.

Dans une moindre mesure, **la proportion de matière recyclée** entrant dans la fabrication des **outils de collecte** a une influence importante sur le bilan environnemental de ces derniers. Il conviendrait donc d'exiger des fournisseurs un contenu recyclé minimal, et ce, particulièrement pour les bacs roulants.

Finalement, l'étude présentée dans ce rapport ne prétend pas fournir tous les éléments nécessaires au choix des scénarios de gestion des matières résiduelles ni représenter avec exactitude la réalité montréalaise de 2018 (année de référence des analyses environnementales). L'outil d'analyse employé, basé sur des données prospectives simplifiées et de multiples hypothèses de travail, offre néanmoins aux décideurs un éclairage supplémentaire, le plus transparent possible, face à la complexité des enjeux de la gestion des matières résiduelles municipales.

## TABLE DES MATIÈRES

<b>SOMMAIRE EXÉCUTIF</b> .....	<b>V</b>
<b>LISTE DES TABLEAUX</b> .....	<b>XV</b>
<b>LISTE DES FIGURES</b> .....	<b>XVI</b>
<b>LISTE DES SIGLES ET SYMBOLES</b> .....	<b>XVIII</b>
<b>1. MISE EN CONTEXTE</b> .....	<b>1</b>
<b>2. APPROCHE MÉTHODOLOGIQUE</b> .....	<b>2</b>
2.1 PENSÉE « CYCLE DE VIE » .....	2
2.2 INTRODUCTION À L'ANALYSE DU CYCLE DE VIE .....	2
2.3 L'ACV SIMPLIFIÉE : APPROCHE EMPLOYÉE .....	4
2.3.1 <i>Évaluation des impacts environnementaux (ACV préliminaire)</i> .....	4
<b>3. CRITÈRES D'ÉVALUATION</b> .....	<b>6</b>
3.1 MÉTHODOLOGIE EMPLOYÉE POUR LA SÉLECTION DES CRITÈRES.....	6
3.2 CRITÈRES D'ÉVALUATION ET INDICATEURS RETENUS.....	7
3.2.1 <i>Pôle environnemental (E)</i> .....	7
3.2.2 <i>Pôle social (S)</i> .....	9
3.2.3 <i>Pôle technico-économique (T)</i> .....	11
3.3 PONDÉRATION DES CRITÈRES.....	12
3.3.1 <i>Par le groupe de partenaires</i> .....	12
3.3.2 <i>Par les élus</i> .....	13
3.3.3 <i>Résultats</i> .....	13
3.4 LIMITES DES CRITÈRES RETENUS .....	15
<b>4. DÉFINITION DU « MODÈLE D'ÉTUDE »</b> .....	<b>17</b>
4.1 OBJECTIF DE L'ÉTUDE .....	17
4.1.1 <i>But de l'étude</i> .....	17
4.1.2 <i>Application envisagée</i> .....	17
4.1.3 <i>Public concerné</i> .....	17
4.2 CHAMP DE L'ÉTUDE.....	18
4.2.1 <i>Fonctions, unité fonctionnelle et flux de référence</i> .....	18
4.2.2 <i>Frontières et description des systèmes de produits</i> .....	21
4.2.3 <i>Règles d'imputation</i> .....	24
4.2.4 <i>Sources de données environnementales</i> .....	24
4.2.5 <i>Évaluation des impacts environnementaux</i> .....	25
4.2.6 <i>Évaluation des impacts sociaux et technico-économiques</i> .....	25
4.2.7 <i>Interprétation des résultats</i> .....	25
<b>5. COLLECTE DES DONNÉES</b> .....	<b>26</b>
5.1 DÉVELOPPEMENT DU QUESTIONNAIRE .....	26
5.2 SOURCES DE DONNÉES ET DÉROULEMENT DE LA COLLECTE .....	28
5.3 HYPOTHÈSES POSÉES.....	29
<b>6. MÉTHODOLOGIE D'ÉVALUATION</b> .....	<b>31</b>
6.1 CALCUL DES SCORES.....	31
6.1.1 <i>Scores environnementaux</i> .....	31
6.1.2 <i>Scores sociaux et technico-économiques</i> .....	32
6.1.3 <i>Calcul des coûts de traitement et de transport</i> .....	33

6.2	PRÉSENTATION GRAPHIQUE DES RÉSULTATS.....	34
<b>7.</b>	<b>OPTIONS DE COLLECTE DES MATIÈRES RÉSIDUELLES.....</b>	<b>36</b>
7.1	OUTILS DE COLLECTE POUR LES MATIÈRES RECYCLABLES.....	36
7.1.1	<i>Évaluation environnementale</i> .....	36
7.1.2	<i>Évaluation sociale</i> .....	38
7.1.3	<i>Évaluation technico-économique</i> .....	39
7.1.4	<i>Analyse comparative</i> .....	39
7.2	OPTIONS DE COLLECTE.....	41
7.2.1	<i>Évaluation environnementale</i> .....	43
7.2.2	<i>Évaluation sociale</i> .....	46
7.2.3	<i>Évaluation technico-économique</i> .....	47
7.2.4	<i>Analyse comparative</i> .....	47
<b>8.</b>	<b>GESTION DES MATIÈRES RECYCLABLES.....</b>	<b>49</b>
8.1	COLLECTE SÉPARATIVE VS PÊLE-MÊLE.....	49
8.2	CENTRE DE TRI SÉPARATIF VS PÊLE-MÊLE.....	50
<b>9.</b>	<b>GESTION DES MATIÈRES ORGANIQUES.....</b>	<b>52</b>
9.1	TECHNOLOGIES DE TRAITEMENT.....	52
9.2	DESCRIPTION DES OPTIONS DE GESTION DE MO.....	55
9.3	ANALYSE COMPARATIVE DES OPTIONS DE GESTION DE MO.....	62
9.3.1	<i>Aspects environnementaux</i> .....	63
9.3.2	<i>Aspects sociaux</i> .....	64
9.3.3	<i>Aspects technico-économiques</i> .....	65
9.3.4	<i>Conclusion de l'évaluation des options de gestion des MO</i> .....	66
<b>10.</b>	<b>GESTION DES RÉSIDUS ULTIMES.....</b>	<b>68</b>
10.1	TECHNOLOGIES DE TRAITEMENT.....	68
10.2	DESCRIPTION DES OPTIONS DE GESTION DE RU.....	69
10.3	ANALYSE COMPARATIVE DES OPTIONS DE GESTION DE RU.....	73
10.3.1	<i>Aspects environnementaux</i> .....	74
10.3.2	<i>Aspects sociaux</i> .....	75
10.3.3	<i>Aspects technico-économiques</i> .....	76
10.3.4	<i>Conclusion de l'évaluation des options de gestion des RU</i> .....	77
<b>11.</b>	<b>DISCUSSION GÉNÉRALE.....</b>	<b>79</b>
11.1	IMPORTANCE RELATIVE DES ÉTAPES DE GESTION.....	79
11.2	ÉTUDES DE SENSIBILITÉ.....	82
11.2.1	<i>Prix de vente du biogaz</i> .....	82
11.2.2	<i>Distance de transport des résidus ultimes</i> .....	83
11.3	LIMITES DE L'ÉVALUATION COMPARATIVE.....	84
11.3.1	<i>Aspects environnementaux</i> .....	84
11.3.2	<i>Aspects sociaux</i> .....	84
11.3.3	<i>Aspects technico-économiques</i> .....	85
<b>12.</b>	<b>CONCLUSIONS GÉNÉRALES.....</b>	<b>86</b>
<b>13.</b>	<b>RÉFÉRENCES.....</b>	<b>87</b>
13.1	DOCUMENTS ET SITES INTERNET.....	87
13.2	COMMUNICATIONS PERSONNELLES.....	88
	<b>LISTE DES ANNEXES.....</b>	<b>88</b>

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 3-1 : Critères d'évaluation retenus pour l'évaluation des options de gestion des matières résiduelles de la Ville de Montréal .....	7
Tableau 3-2 : Pondération des critères d'évaluation .....	14
Tableau 4-1 : Flux de référence .....	20
Tableau 4-2 : Zone d'habitation .....	20
Tableau 4-3 : Processus inclus dans l'ACV simplifiée des options de gestion des matières résiduelles.....	22
Tableau 5-1 : Questions types pour la collecte de données .....	27
Tableau 6-1 : Exemple de matrice d'évaluation .....	31
Tableau 6-2 : Exemple de grille de score - Évaluation de la flexibilité de la technologie	32
Tableau 7-1 : Comparaison des outils de collecte des matières recyclables par critères .....	40
Tableau 7-2 : Options de collecte soumises à l'analyse .....	42
Tableau 7-3 : Données pour l'évaluation environnementale des modes de collecte – option A .....	44
Tableau 7-4 : Coûts annuels de collecte.....	47
Tableau 7-5 : Comparaison des options de collecte .....	48
Tableau 8-1 : Comparaison générale des modes de gestion des matières recyclables.	51
Tableau 9-1 : Installations de traitement des matières organiques.....	54
Tableau 9-2 : Options de gestion des matières organiques.....	56
Tableau 9-3 : Comparaison des options de traitement des matières organiques par critères.....	63
Tableau 10-1 : Options de traitement des résidus ultimes .....	69
Tableau 10-2 : Comparaison des options de traitement des résidus ultimes par critères .....	74
Tableau 11-1 : Étude de sensibilité sur le prix de vente du biogaz issu de la digestion anaérobie.....	83

## LISTE DES FIGURES

Figure 2-1 : Phases d'une ACV.....	3
Figure 4-1 : Équivalence fonctionnelle de options comparées (exemple de la gestion des matières organiques : MO). .....	19
Figure 6-1 : Exemple de graphique pour la présentation des scores cumulatifs pondérés. ....	34
Figure 7-1 : Comparaison environnementale des outils pour la collecte des matières recyclables (méthode IMPACT 2002+, score unique). .....	37
Figure 7-2 : Graphique cumulatif des scores pondérés - comparaison des outils de collecte des matières recyclables.....	40
Figure 7-3 : Comparaison environnementale des modes de collecte (méthode IMPACT 2002+, score unique).....	45
Figure 9-1 : Localisation des installations de traitement des matières organiques sur l'île et hors de l'île de Montréal. ....	53
Figure 9-2 : Option 1-MO – Zéro autonomie. ....	57
Figure 9-3 : Option 2A-MO – Autonomie partielle. ....	57
Figure 9-4 : Option 2B.1-MO – Autonomie partielle. ....	58
Figure 9-5 : Option 2B.2-MO – Autonomie partielle. ....	58
Figure 9-6 : Option 2B.3-MO – Autonomie partielle. ....	59
Figure 9-7 : Option 2C-MO – Autonomie partielle.....	60
Figure 9-8 : Option 2D-MO – Autonomie partielle.....	61
Figure 9-9 : Option 3A-MO – Autonomie complète. ....	61
Figure 9-10 : Option 3B-MO – Autonomie complète. ....	62
Figure 9-11 : Graphique cumulatif des scores pondérés - comparaison des options de gestion des matières organiques.....	66
Figure 10-1 : Option 1A-RU – Enfouissement seulement. ....	70
Figure 10-2 : Option 1B-RU – Enfouissement et tri-compostage des RU issus des 9 logements et plus. ....	70
Figure 10-3 : Option 2A-RU – Incinération seulement. ....	71
Figure 10-4 : Option 2B-RU – Incinération et tri-compostage des RU issus des 9 logements et plus. ....	71

---

Figure 10-5 : Option 3A-RU – Gazéification seulement. ....	72
Figure 10-6 : Option 3B-RU – Gazéification et tri-compostage des RU issus des 9 logements et plus. ....	73
Figure 10-7 : Graphique cumulatif des scores pondérés - comparaison des options de gestion des résidus ultimes. ....	77
Figure 11-1 : Importance relative des étapes de gestion des matières résiduelles. ....	81

## LISTE DES SIGLES ET SYMBOLES

3RV-E	Réduction à la source, Réemploi, Recyclage, Valorisation et Élimination
ACV	Analyse du cycle de vie
AHP	<i>Analytic Hierarchy Process</i>
CF	Compostage en système fermé
CFO	Compostage en système semi-fermé
CIRAIG	Centre interuniversitaire de recherche sur la vie des produits, procédés et services
CMM	Communauté métropolitaine de Montréal
CO	Compostage en andains sur aire ouverte
CO <sub>2</sub>	Dioxyde de carbone
COV	Composés organiques volatils
DA	Digestion anaérobie
DD	Développement durable
E	Pôle environnemental
E1	Critère 1 du pôle environnemental
ÉICV	Évaluation des impacts du cycle de vie
GES	Gaz à effet de serre
IMPACT 2002+	Méthode d'évaluation des impacts environnementaux du cycle de vie (Jolliet <i>et al.</i> , 2003)
ISO	Organisation internationale de normalisation
LET	Lieu d'enfouissement technique
MR	Matières recyclables
MO	Matières organiques
PEBD	Polyéthylène basse densité
PEHD	Polyéthylène haute densité
PDGMR	Plan directeur de gestion des matières résiduelles
PMGMR	Plan métropolitain de gestion des matières résiduelles
PQGMR	Politique québécoise de gestion des matières résiduelles 1998-2008
RA	Résidus alimentaires
RM	Résidus mixtes
RU	Résidus ultimes
RV	Résidus verts
S	Pôle social
S1	Critère 1 du pôle social
SACO	Substance appauvrissant la couche d'ozone
SETAC	<i>Society of Environmental Toxicology and Chemistry</i>
SST	Santé et sécurité des travailleurs
T	Pôle technico-économique
T1	Critère 1 du pôle technico-économique

## 1. MISE EN CONTEXTE

Le 20 avril 2006, la Communauté métropolitaine de Montréal (CMM) adoptait son Plan métropolitain de gestion des matières résiduelles (PMGMR). Ce plan, destiné aux municipalités de la région métropolitaine de Montréal, a été établi dans le cadre de la *Politique québécoise de gestion des matières résiduelles 1998-2008* (PQGMR) et décrit les services que les municipalités de son territoire doivent offrir aux citoyens. Il demande aussi qu'un taux de récupération et de valorisation de 60 % soit visé pour la plupart des matières résiduelles gérées par le secteur municipal, mais ne précise pas comment atteindre les objectifs fixés. Aussi, pour aider ses membres, la CMM a fait réaliser une étude comparative sur les technologies de traitement applicables aux matières organiques et aux résidus ultimes, dont les résultats sont parus en mai 2007 (SNC-Lavalin et Solinov, 2007).

Parallèlement à cela, la Ville de Montréal a entamé un processus de réflexion et d'études sur les options de gestion des matières résiduelles applicables à son territoire afin d'orienter la préparation de son Plan directeur de gestion des matières résiduelles (PDGMR). En plus de comparer les technologies de traitement, la Ville a voulu étudier les outils et modes de collecte, ainsi que les transports de matières, combinés sous forme de scénarios de gestion.

Pour s'assurer que les choix effectués dans son PDGMR soient conformes aux principes du développement durable, la Ville de Montréal a fait appel au Centre interuniversitaire de recherche sur le cycle de vie des produits, procédés et services (CIRAIG) afin qu'il analyse les différentes options de collecte et de traitement retenues dans une perspective de « cycle de vie » et, plus largement, de développement durable.

Un outil, basé sur l'analyse du cycle de vie (ACV) simplifiée, a donc été élaboré afin de comparer les options proposées et d'identifier les points forts et les points faibles de chacune relativement aux trois pôles du développement durable (économie, société et environnement) et ce, en considérant toutes les étapes de la gestion des matières résiduelles (collecte, transport, traitement, élimination définitive).

Le présent rapport vise à présenter l'ensemble des travaux du CIRAIG ayant mené à l'évaluation des options de gestion des matières résiduelles pour la Ville de Montréal. Dans un premier temps, l'approche méthodologique et les critères d'évaluation retenus pour l'analyse et la comparaison des options sont présentés. Par la suite, le « modèle d'étude » est défini, conformément à la bonne pratique en ACV. Celui-ci expose de manière claire et précise les objectifs et le champ de l'étude, de façon à ce que l'application de l'analyse de cycle de vie se fasse dans la transparence et la rigueur. Les méthodes de collecte de données et d'évaluation sont ensuite explicitées. Enfin, les résultats issus de l'analyse des options retenues par la Ville de Montréal sont présentés en quatre chapitres distincts, soit pour les options de collecte et pour la gestion des matières recyclables, des matières organiques et des résidus ultimes.

## 2. APPROCHE MÉTHODOLOGIQUE

Pour en arriver à l'évaluation et à la comparaison des scénarios de gestion des matières résiduelles dans une approche « cycle de vie », le CIRAIG s'est appuyé sur la méthodologie d'analyse du cycle de vie (ACV) reconnue internationalement.

Dans les sections qui suivent les bases théoriques de l'approche développée sont d'abord présentées, soit la pensée « cycle de vie » et la méthodologie d'ACV telle que préconisée par les normes ISO. Par la suite, l'approche d'évaluation simplifiée employée est introduite.

### 2.1 Pensée « cycle de vie »

L'approche « cycle de vie » est issue d'un courant de pensée holistique qui tient compte de l'extraction et du traitement des matières premières, des processus de fabrication, du transport et de la distribution, de l'utilisation du produit fini et finalement, du recyclage et de la gestion des déchets en fin de vie.

Appliqué au domaine des matières résiduelles, le cycle de vie d'un scénario peut s'interpréter comme prenant en compte les phases de **mise en œuvre** (implantation des technologies de traitement, construction des infrastructures, etc.); d'**opération** (activités de collecte, de traitement et d'élimination des matières résiduelles) et de **fin de vie** (démantèlement des installations; fermeture des sites, suivi post-fermeture, etc.) des diverses activités reliées à la gestion des matières résiduelles.

La pensée « cycle de vie » a comme principal objectif de permettre la réduction des impacts globaux des produits et des services, en orientant la prise de décision. Il s'agit donc d'éviter que des améliorations à une étape du cycle de vie ne soient la résultante d'une exportation des problèmes vers d'autres sites.

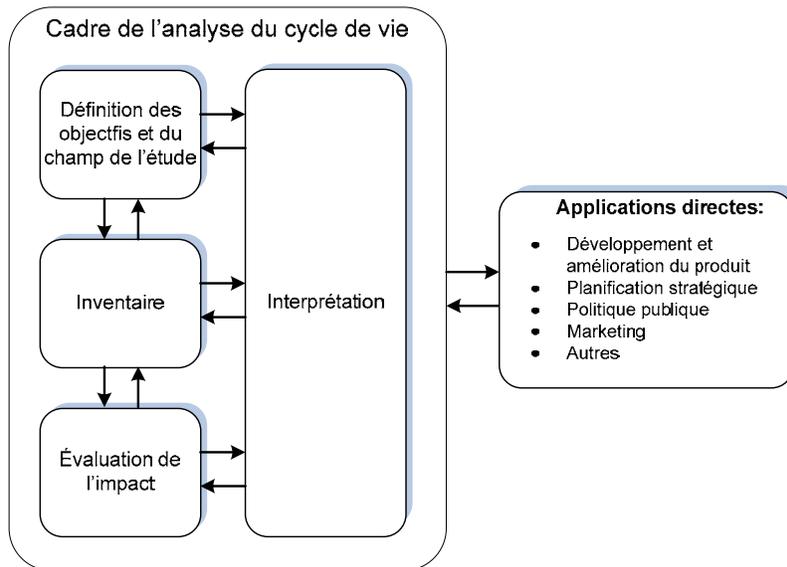
Dans la présente étude, l'application de l'outil d'évaluation vise à identifier les méthodes de collecte, de traitement et d'élimination ayant le moins d'impacts potentiels sur l'environnement et la société et ayant le plus de retombées positives et, ultimement, de déterminer lesquels des scénarios évalués répondent le mieux aux principes du développement durable.

### 2.2 Introduction à l'analyse du cycle de vie

L'analyse du cycle de vie (ACV) est une méthode régie par l'Organisation internationale de normalisation (ISO, normes de la série 14 040) et qui permet d'évaluer les conséquences environnementales d'un produit ou d'une activité sur l'ensemble de son cycle de vie (concept du berceau au tombeau).

L'ACV implique l'identification et la quantification des entrants et des sortants (de matière et d'énergie) reliés au produit ou à l'activité évalué durant l'ensemble de son cycle de vie, ainsi que l'évaluation des impacts potentiels associés à ces entrants et sortants. La Figure 2-1 présente le cadre d'une ACV, tel que suggéré par l'ISO. Comme

l'indique cette figure, l'ACV est un processus itératif et les choix effectués au cours de l'étude peuvent être modifiés suite à l'acquisition d'informations nouvelles.



**Figure 2-1 : Phases d'une ACV.**  
(ISO 14 040, 2006)

Ainsi, une ACV est constituée de quatre grandes phases et consiste à :

1. Définir les objectifs et le champ de l'étude (c.-à-d. le modèle d'étude définissant le cadre méthodologique auquel doivent se conformer les phases subséquentes de l'ACV) ;
2. Effectuer l'inventaire de tous les entrants et sortants du ou des systèmes de produits à l'étude ;
3. Évaluer les impacts potentiels liés à ces entrants et sortants ;
4. Interpréter les données d'inventaire et les résultats de l'évaluation des impacts en liaison avec les objectifs et le champ de l'étude.

L'annexe B décrit le contenu de ces quatre phases de l'ACV plus en détail.

La réalisation d'une ACV nécessite une excellente compréhension des systèmes étudiés de même que la collecte de grandes quantités d'informations. Toutefois, dans un souci d'optimisation du temps, des variantes à la méthode d'analyse complète ont été formulées selon les principes cadres établis par la *Society of Environmental Toxicology and Chemistry* (SETAC). Par exemple, les frontières du système peuvent être limitées à certaines étapes du cycle de vie ou à certaines catégories d'impacts ou encore, aux plus grands contributeurs identifiés selon le jugement et l'expérience d'experts. L'analyse peut également reposer essentiellement sur des données génériques provenant de bases de données commerciales. Dans tous les cas, il s'avère souvent nécessaire de recourir à un certain nombre de données substitutives (proxy) pour modéliser certaines parties du système. De telles simplifications affectent la précision et l'applicabilité des résultats de l'ACV, mais permettent tout de même l'identification et, dans une certaine mesure, l'évaluation des impacts potentiels. C'est ce qu'on appelle l'analyse de cycle de vie « simplifiée » ou « préliminaire » (appelée « *screening* » ou « *streamlined LCA* » en anglais (Todd *et al.*, 1998).

L'ACV tel que régie par l'ISO est donc un outil extrêmement rigoureux, mais qui exige beaucoup de temps et de ressources relativement à la collecte de données et qui ne couvre que les aspects **environnementaux**.

### 2.3 L'ACV simplifiée : approche employée

Afin d'évaluer les performances des options de gestion des matières résiduelles dans un contexte de développement durable, les trois grands pôles que sont l'environnement, le social et l'économie devaient être considérés. Aussi, pour intégrer les aspects sociaux et économiques à l'analyse de cycle de vie classique et pour être en mesure de traiter une masse importante d'informations couvrant toutes les étapes des options de gestion dans un délai restreint, une approche d'analyse simplifiée en deux volets a été employée :

- 1) **L'ACV dite « préliminaire »**, basée sur la comptabilisation des entrants (ressources consommées) et des sortants (émissions générées), a été choisie pour quantifier de manière rigoureuse les impacts environnementaux des options comparées.
- 2) **L'ACV matricielle**, une forme d'analyse simplifiée élaborée à partir du modèle de Graedel (1998), a été sélectionnée pour l'évaluation des aspects sociaux et technico-économiques<sup>1</sup>. En effet, ce type d'approche permet d'intégrer des données plus difficilement quantifiables (données sociales ou techniques) et de les interpréter à l'aide d'une grille d'attribution de scores systématique reprenant les principaux éléments des options comparées.

Afin que les résultats d'évaluation des trois pôles puissent être présentés sous une seule et même forme, les résultats de l'analyse environnementale ont ensuite été adaptés pour être intégrés à l'analyse matricielle (voir section 2.3.1).

Dans ce type d'approche, des **critères d'évaluation** servent à établir la performance des options comparées. Les critères employés dans cette étude sont présentés au chapitre 3.

#### 2.3.1 Évaluation des impacts environnementaux (ACV préliminaire)

Les aspects environnementaux des options de gestion des matières résiduelles ont été chiffrés et analysés selon la méthodologie ACV classique, c.-à-d. tel que prescrit par la norme ISO 14 040 (2006) et décrit à l'annexe B.

Ce qui distingue l'analyse « préliminaire » de l'ACV détaillée, c'est le niveau de détail avec lequel les systèmes comparés sont modélisés (Todd *et al.*, 1999). Ainsi, afin de réaliser l'analyse et la comparaison des scénarios prospectifs dans un délai restreint, certaines étapes du cycle de vie de la gestion des matières résiduelles ont dû être

---

<sup>1</sup> Ce type d'approche a initialement été développé par Graedel (1998), mais depuis plusieurs années les analystes et chercheurs du CIRAIG travaillent à son amélioration et à son adaptation à divers contextes. Ainsi, l'analyse des scénarios a été faite selon une approche ajustée à la gestion des matières résiduelles en reprenant les critères retenus précédemment.

retirées du cadre de l'étude et de nombreuses hypothèses ont dû être posées. À titre d'exemple, puisque la localisation des sites et technologies n'était pas connue, les distances de transport des matières résiduelles entre les étapes de traitement ont dû être posées. De même, les technologies comparées sont issues de choix préliminaires de conception et les données reliées sont théoriques. De ce fait, des informations détaillées, telles que la liste exhaustive des équipements, sont restées inconnues et ont dû faire l'objet d'approximations grossières. Enfin, puisque l'étude s'applique à tout le territoire de la Ville de Montréal, des données moyennes de population et de production de matières résiduelles ont été employées, ce qui représente aussi une simplification.

La méthode d'évaluation des aspects environnementaux employée reprend les grandes phases de l'ACV déjà présentées (section 2.2) :

1. Définition des objectifs et du champ de l'étude (présenté dans le « Modèle d'étude », chapitre 4)
2. Inventaire des entrants et sortants (décrit dans la « Collecte de données », chapitre 5)
3. Évaluation des impacts environnementaux potentiels :

Les impacts environnementaux potentiels associés aux options comparées ont été évalués à l'aide de la méthode *IMPACT 2002+* (Jolliet *et al.*, 2003). Celle-ci permet d'agréger les impacts dans 4 classes de dommages (la santé humaine, la qualité des écosystèmes, le réchauffement climatique et l'utilisation de ressources) qui peuvent à leur tour être regroupées de manière à retrouver les critères d'évaluation environnementaux retenus pour la présente étude, soit :

- **l'utilisation des ressources** : classe existant dans *IMPACT2002+*; mesure de la consommation des ressources naturelles renouvelables et non-renouvelables au cours du cycle de vie d'une option;
- **la gestion des rejets** : combinaison des classes de dommage à la santé humaine, à la qualité des écosystèmes et réchauffement climatique; mesure des impacts environnementaux potentiels liés aux émissions générées au cours du cycle de vie d'une option.

La méthode d'évaluation simplifiée employée pour regrouper les données de nature environnementale, sociale et technico-économique est par ailleurs explicitée au chapitre 6.

4. Interprétation des résultats, réalisée par approche matricielle (présentée dans les chapitres 7 à 10 pour les différentes étapes de gestion des matières résiduelles).

### 3. CRITÈRES D'ÉVALUATION

De manière à couvrir les trois pôles du développement durable, l'évaluation a été divisée en autant de volets, comprenant chacun des critères d'évaluation bien définis. Ces critères sont issus d'une démarche de longue haleine entreprise par le CIRAIG et les intervenants de la Ville de Montréal en 2005.

#### 3.1 Méthodologie employée pour la sélection des critères

Les étapes ayant mené à la sélection des critères d'évaluation sont les suivantes :

1. Juin-août 2005 : **Revue des critères et indicateurs de développement durable** employés par des instances internationales, nationales, locales ou des entreprises et, plus spécifiquement dans le contexte de gestion des déchets municipaux. Il ressort de cette première étape que les critères existants sont souvent trop généraux et peu applicables au cas à l'étude ou alors les critères classiques d'analyse des options de gestion des matières résiduelles (bilans de matières, étude de faisabilité technico-économique, etc.) ne remplissent pas forcément les objectifs de développement durable de façon claire et adaptable à la méthode de l'ACV simplifiée.
2. Juin 2005 : **Séance de remue-méninges** entre des intervenants de la Ville de Montréal et du CIRAIG afin d'établir une liste préliminaire de critères et/ou de préoccupations reliés à la gestion des matières résiduelles municipales, classés selon les trois grand pôles du développement durable.
3. Août 2005 : **Évaluation des critères préliminaires** basée sur des éléments de sélections bien définis Cette étape a permis d'identifier dans quelle mesure les critères de la liste préliminaire respectaient des règles de base telles que la pertinence, la transparence et la mesurabilité (la liste complète est présentée à l'Annexe A). Ainsi, les critères ont été regroupés et certains ont été éliminés afin d'assurer une certaine uniformité, tant parmi les critères d'un même pôle qu'à travers les trois pôles considérés.
4. Février-septembre 2006 : **Présentation du projet, validation et modification des critères par un « comité de partenaires »**. À l'issue d'une série de cinq rencontres regroupant des intervenants des milieux sociaux, environnementaux et économiques sélectionnés par la Division des matières résiduelles de la Ville de Montréal, il a été possible de valider les critères et de les modifier de manière à obtenir un consensus parmi les participants. Lors de ces rencontres, les participants ont été regroupés en trois ateliers de travail, correspondant aux trois pôles considérés.
5. Août 2006-avril 2007 : **Des ajustements aux critères** ont enfin été apportés suite à l'élaboration plus détaillée de l'outil et des options à évaluer.

Une **pondération des critères** a aussi été réalisée avec le comité des partenaires, puis avec un groupe d'élus afin d'intégrer et de comparer leurs préoccupations à même l'outil

d'évaluation. Le processus et les résultats de la pondération sont décrits à la section 3.3).

### 3.2 Critères d'évaluation et indicateurs retenus

À l'issue de ces étapes de réflexion et d'ajustement, une liste de sept (7) critères d'évaluation divisés en 22 indicateurs et répartis entre les trois pôles du développement durable a été retenue. Celle-ci est présentée au Tableau 3-1.

**Tableau 3-1 : Critères d'évaluation retenus pour l'évaluation des options de gestion des matières résiduelles de la Ville de Montréal**

CRITÈRE D'ÉVALUATION	INDICATEURS
<b>ENVIRONNEMENT</b>	
E1. Utilisation des ressources	E1.1. Eau E1.2. Matériaux E1.3. Énergie consommée et produite
E2. Gestion des rejets	E2.1. Rejets gazeux E2.2. Rejets liquides E2.3. Rejets solides
<b>SOCIAL</b>	
S1. Acceptabilité, responsabilisation des citoyens et incidences sociales	S1.1. Facilité d'application S1.2. Acceptabilité par les citoyens S1.3. Potentiel d'implication citoyenne et incidences sociales
S2. Atteintes à la santé et à la qualité de vie des citoyens	S2.1. Nuisances auditives S2.2. Nuisances visuelles S2.3. Nuisances olfactives et qualité de l'air S2.4. Salubrité et sécurité pour les citoyens S2.5. Encombrement routier S2.6. Informations complémentaires et études spécifiques en santé publique
S3. Atteintes à la santé et à la sécurité des travailleurs (SST) et risques technologiques	S3.1. SST S3.2. Risques technologiques
<b>TECHNICO-ÉCONOMIQUE</b>	
T1. Bilan économique	T1.1. Coûts T1.2. Revenus
T2. Aspects techniques	T3.1. Flexibilité de la technologie / du scénario T3.2. Faisabilité technique T3.3. Qualité des produits obtenus

Tous les critères énumérés ci-haut sont explicités dans les paragraphes qui suivent.

#### 3.2.1 Pôle environnemental (E)

Les critères d'évaluation environnementaux sont assez aisés à définir, puisque l'analyse du cycle de vie encadre depuis plusieurs années l'étude des impacts environnementaux

potentiels. C'est donc sur la base de l'ACV classique que les critères suivants ont été retenus.

### **Critère E1 : Utilisation des ressources**

La première orientation du PMGMR concerne notamment l'application de la hiérarchie des 3RV-E (dans l'ordre, réduction à la source, réemploi, recyclage, valorisation et élimination). Le critère d'évaluation E1 découle donc du premier « R » de ce principe, car il vise à évaluer l'utilisation des ressources non pas par les citoyens, mais directement associée au cycle de vie de la technologie évaluée. Les principaux champs d'application de ce critère ont servi à énoncer trois indicateurs :

- **E1.1 : Eau**
  - *Eau utilisée par cette technologie, types et quantités (ex. : eau de lavage, de refroidissement, etc.)*
- **E1.2 : Matériaux**
  - *Matériaux utilisés par cette technologie (ex. : additifs chimiques, véhicules, etc.)*
    - *Ressources naturelles non renouvelables*
    - *Ressources naturelles renouvelables*
    - *Matières recyclées*
- **E1.3 : Énergie consommée et produite**
  - *Types d'énergies consommées (carburants fossiles, hydroélectricité, énergie produite sur site, etc.)*
  - *Production d'énergie (vapeur, électricité, biogaz, etc.)*

### **Critère E2 : Gestion des rejets**

Ce critère vise à évaluer l'impact environnemental de chacune des technologies en caractérisant tous les types de rejets associés aux activités d'une technologie donnée. Les indicateurs associés correspondent aux trois types de rejets possibles :

- **E2.1 : Rejets gazeux**
  - *Quantité, type et toxicité des rejets gazeux*
    - *Gaz à effet de serre (GES)*
    - *Substances appauvrissant la couche d'ozone (SACO)*
    - *Émissions toxiques, etc.*
- **E2.2 : Rejets liquides**
  - *Quantité, type et toxicité des rejets liquides*
    - *Lixiviats*
    - *Eaux usées, etc.*
- **E2.3 : Rejets solides**
  - *Quantité, type et toxicité des rejets solides*
    - *Refus de traitement*
    - *Cendres*
    - *Métaux récupérés, etc.*
  - *Produits générés par la technologie (compost et autres sous-produits)*

### 3.2.2 Pôle social (S)

Les critères d'évaluation sociaux applicables à une approche cycle de vie sont beaucoup plus ardues à définir que les critères environnementaux. En effet, il n'existe présentement pas de consensus international sur les indicateurs à employer et il est souvent difficile de quantifier les éléments d'évaluation, dans un contexte prospectif tout particulièrement. Les critères qui suivent, qui ont été retenus à l'issue du long processus de consultations et d'ajustements décrit précédemment pourraient certainement être améliorés.

#### Critère S1 : Acceptabilité et responsabilisation des citoyens

La performance des technologies évaluées est directement influencée par le degré d'acceptation et de participation de la population. La facilité avec laquelle un citoyen pourra répondre aux contraintes apportées par les différents outils et modes de collecte a donc été évaluée. L'acceptabilité des diverses options a aussi été considérée. Enfin, les incidences sociales, dont la création d'emplois et l'implication des citoyens ont été évaluées.

- **S1.1 : Facilité d'application**
  - *Pour les activités exigeant un rôle actif de la part des citoyens :*
    - *Enjeux (temps, manipulations, entreposage)*
    - *Ampleur du changement apporté dans leurs habitudes*
- **S1.2 : Acceptabilité par les citoyens**
  - *Niveau d'acceptation des citoyens (voisins du site et population en général) vis-à-vis de la technologie évaluée*
- **S1.3 : Potentiel d'implication citoyenne et incidences sociales**
  - *Apport d'une « plus value » à la communauté (insertion sociale, emplois de qualité, revitalisation de quartier)*
  - *Implication concrète des citoyens (comités de vigilance, conseil consultatif, programme d'implication), acquisition d'habiletés et de responsabilités*
  - *Utilisation de ressources locales existantes (groupes communautaires, écocentres, éco-quartiers...)*
  - *Création d'emplois (locaux, directs)*
    - *Nombre et types d'emplois créés, perdus, maintenus.*

#### Critère S2 : Atteintes à la santé et à la qualité de vie des citoyens

Chaque technologie a été évaluée selon les types de nuisances qu'elle peut entraîner. Les nuisances peuvent en effet se traduire par une forme ou une autre d'atteinte à la santé de la population. Dans la mesure où les données sont disponibles, des études de santé publique réalisées sur des technologies existantes comparables seront consultées et, lorsque pertinentes, intégrées à l'évaluation.

- **S2.1 : Nuisances auditives**
  - *Risque de nuisances (bruits, vibrations)*
  - *Description, durée, fréquence, intensité*

- **S2.2 : Nuisances visuelles**
  - *Risque de nuisances (ex. intégration paysagère, infrastructures, etc.)*
  - *Description, durée, fréquence, intensité*
- **S2.3 : Nuisances olfactives et qualité de l'air**
  - *Risque de nuisances (poussières, odeurs)*
  - *Description, durée, fréquence, intensité*
- **S2.4 : Salubrité et sécurité pour les citoyens**
  - *Problèmes de salubrité envisagés (présence d'animaux nuisibles, risques de blessures ou de contamination, etc.)*
  - *Description, durée, fréquence, intensité*
- **S2.5 : Encombrement routier**
  - *Problèmes d'encombrement routier envisagés*
  - *Description, durée, fréquence, intensité*
- **S2.6 Informations complémentaires et études spécifiques en santé publique**

Toute autre information permettant d'évaluer l'impact d'une technologie ou d'un processus sur la santé de la communauté peut être considérée dans cet indicateur. Dans la mesure où les données sont disponibles, les impacts globaux à la santé de la population avoisinante peuvent être considérés en faisant appel à des études de technologies existantes comparables (des outils développés en santé publique sont basés sur des estimations du nombre de cancers ou de dépressions associés à la présence d'une technologie par exemple). En pratique, ces études n'ont pas servi à l'évaluation des options comparées à cause de la difficulté que représentait leur intégration à l'outil d'évaluation et d'analyse. Cependant, la méthode d'évaluation des impacts du cycle de vie (IMPACT 2002+) intègre des éléments de santé humaine par une modélisation des effets générés par les substances émises dans l'environnement. Les effets sur la santé de la population n'ont donc pas été éliminés de l'évaluation, mais intégrés au critère E1 « gestion des rejets ».

### **Critères S3 : Atteintes à la SST et risques technologiques**

La santé et la sécurité des travailleurs ainsi que les risques technologiques sont des éléments importants à considérer dans la comparaison des différentes options à l'étude.

- **S3.1 : Santé et sécurité au travail (SST)**
  - *Identification des sources de danger pour les travailleurs (produits toxiques ou présentant un risque de contamination biologique, manipulation de charges lourdes, etc.)*
    - *Type de danger*
    - *Niveau de risque associé*
- **S3.2 : Risques technologiques**
  - *Identification des risques potentiels (explosion, déversement, émanations, accidents routiers, etc.)*

- *Type de risque*
- *Probabilité d'occurrence*
- *Gravité appréhendée des impacts*

### **3.2.3 Pôle technico-économique (T)**

En développement durable, on parle généralement du pôle économique. Dans le cas présent, certains aspects techniques y ont été inclus afin qu'ils ne soient pas négligés (puisqu'ils ne se retrouvent ni dans les critères environnementaux ni dans les critères sociaux). Par ailleurs, les aspects techniques plus pointus (tels que l'applicabilité des technologies au contexte québécois, la maturité des procédés, les capacités de traitement, etc.) ont déjà été considérés par la Ville de Montréal lors du choix des technologies étudiées.

Les critères et indicateurs retenus pour évaluer et comparer les aspects techniques et économiques des différentes options sont :

#### **Critère T1 : Bilan économique**

L'évaluation de tous les types de coûts et de revenus permet de mettre en lumière les options présentant un bilan économique plus favorable.

- **T1.1 : Coûts**
  - *Coûts de transport*
  - *Coûts de traitement, incluant l'amortissement de l'investissement en capital et les coûts d'entretien et d'opération (\$/tonne)*
- **T1.2 : Revenus d'exploitation**
  - *Vente de produits (lorsque non compris dans les coûts de traitement)*
  - *Crédits de CO<sub>2</sub>*

#### **Critère T2 : Aspects techniques**

Ce dernier critère permet d'obtenir un certain indice sur la « durabilité » de chacune des technologies, et ce, à l'aide de trois indicateurs :

- **T2.1 : Flexibilité de la technologie**
  - *Capacité d'adaptation face à différentes variations dans le temps*
    - *Quantité de matières résiduelles à gérer (fluctuations régulières, augmentation ou diminution significative avec le temps)*
    - *Qualité des matières à gérer*
    - *Types de matières à gérer (nouvelle matière ou retrait d'une matière)*
    - *Changement dans la réglementation relative aux émissions*
- **T2.2 : Faisabilité technique**
  - *Facilité d'entretien et de contrôle*
  - *Rapidité d'implantation*
- **T2.3 : Qualité des produits obtenus**

### 3.3 Pondération des critères

Tel que mentionné précédemment, les critères d'évaluation retenus ont fait l'objet de deux pondérations : la première effectuée par le groupe des partenaires issus de groupes sociaux, environnementaux et du secteur économique touchant la gestion des matières résiduelles, et la seconde par un groupe de six élus siégeant à la Commission permanente du conseil d'agglomération de Montréal sur l'environnement, le transport et les infrastructures.

L'exercice de pondération avait pour objectif de stimuler la discussion entre les participants afin qu'ils établissent ensemble l'importance relative des critères de chaque pôle, et ce, en fonction de leurs valeurs.

Il est à noter que la pondération visait uniquement **les critères** au sein d'un même pôle. En effet, il a été statué au départ que les trois pôles (environnement, social, technico-économique) devaient avoir la même importance dans l'évaluation des options de gestion des matières résiduelles, sans quoi on ne pouvait parler de développement durable. Il a aussi été choisi de ne pas pondérer les indicateurs à l'intérieur des critères, pour ne pas alourdir le processus et pour permettre une plus grande flexibilité de l'outil d'évaluation en fonction des options analysées, puisque seuls les indicateurs pertinents sont employés.

#### 3.3.1 Par le groupe de partenaires

L'élaboration des critères d'évaluation étant un processus itératif, deux rencontres ont été nécessaires pour compléter la pondération des critères relatifs aux trois pôles du développement durable.

Lors de la première rencontre tenue en juin 2006, le déroulement de l'exercice fut le suivant :

1. Division du groupe de partenaires en trois ateliers, pour une première pondération des critères environnementaux, sociaux et technico-économiques respectivement.
2. Pondération individuelle des critères environnementaux, sociaux ou technico-économiques selon la table de discussion. Les partenaires ont rempli individuellement une grille d'évaluation des critères selon la méthode AHP (« Analytic Hierarchy Process »), une méthode structurée de notation et de pondération internationalement reconnue pour l'aide à la décision (Saaty, 1994).
3. Par atelier, présentation de la pondération individuelle par chacun des participants. Les réponses ont été rassemblées sur une même grille afin de mieux visualiser les réponses des participants.
4. Toujours en ateliers, échanges et débats sur les idées de chacun à la recherche d'un consensus.
5. En plénière, un représentant par atelier a été délégué pour présenter la pondération obtenue par sa table.
6. Une étape de discussion et recherche de consensus en plénière était initialement prévue. Cette étape n'a cependant pas eu lieu par manque de temps.

À l'issue de cette première rencontre, les partenaires participant à l'atelier technico-économique sont parvenus à un consensus sur la pondération de leurs critères. Par contre, suite aux discussions tenues dans les deux autres ateliers, les critères soumis à l'évaluation ont été modifiés, exigeant une seconde rencontre pour la pondération. En septembre 2006, l'exercice a donc été complété pour les pôles environnemental et social.

Les pondérations obtenues à l'issue des deux rencontres sont présentées au paragraphe 3.3.3.

### **3.3.2 Par les élus**

En février 2007, l'exercice de pondération a été réalisé par six élus siégeant sur la Commission permanente du conseil d'agglomération de Montréal sur l'environnement, le transport et les infrastructures. Lors de la rencontre, ces derniers n'avaient pas accès aux résultats de pondération des partenaires.

Suite à la présentation du projet par le CIRAIG, les participants ont été encouragés à débattre de l'importance relative des critères d'évaluation, dans le contexte de l'implantation de nouvelles options de gestion des matières résiduelles sur l'île de Montréal. Lors de l'exercice, les élus ont directement attribué des pourcentages représentant l'importance des critères soumis.

### **3.3.3 Résultats**

À l'issue des exercices effectués par les deux groupes, deux pondérations distinctes ont été obtenues, telles que présentées au Tableau 3-2.

**Tableau 3-2 : Pondération des critères d'évaluation**

CRITÈRE D'ÉVALUATION	PARTENAIRES	ÉLUS
<b>ENVIRONNEMENT</b>		
E1. Utilisation des ressources	30 %	60 %
E2. Gestion des rejets	70%	40 %
	100 %	100 %
<b>SOCIAL</b>		
S1. Acceptabilité, responsabilisation des citoyens et incidences sociales	33,3 %	55 %
S2. Atteintes à la santé et à la qualité de vie des citoyens	33,3 %	33 %
S3. Atteintes à la santé et à la sécurité des travailleurs (SST) et risques technologiques	33,3 %	12 %
	100 %	100 %
<b>TECHNICO-ÉCONOMIQUE</b>		
T1. Bilan économique	40 %	80 %
T2. Aspects techniques	60 %	20 %
	100 %	100 %

Pour expliquer la différence entre les pondérations des deux groupes, il convient de s'intéresser aux éléments d'analyse retenus par les participants.

Selon les partenaires :

- **Pôle environnement** : La pondération vise l'évaluation des technologies et des processus de gestion des matières résiduelles; ces éléments se situent par définition en aval du processus de production de biens et il est donc plus important de se préoccuper davantage des rejets. Si l'étude visait l'évaluation d'un processus de fabrication de bien de consommation, alors il serait davantage indiqué de se préoccuper de contrôler les intrants.

En règle générale, même s'il peut exister des exceptions, en limitant la quantité et en contrôlant la qualité des rejets, on se trouve ultimement à contrôler aussi la quantité des intrants; en d'autres mots, E1 se trouve en grande partie couvert par E2.

De par la nature de ses pouvoirs et responsabilités, la Ville a davantage d'influence sur le contrôle des rejets que sur le contrôle des intrants dans la fabrication des biens de consommation.

- **Pôle social** : La pondération accordant la même importance à chacun des trois critères du pôle « social » résulte d'un choix délibéré atteint à la suite d'un débat où la définition des critères a été explorée en profondeur.

Les participants à l'atelier se sont interrogés quant à la dimension « santé », couverte aussi bien dans le critère S2 (SST et risques technologiques) que dans le critère S3 (atteintes à la santé et à la qualité de vie des citoyens). Deux interrogations émergent : la santé est-elle surreprésentée? Quand la nuisance devient-elle un risque pour la santé?

Les participants à l'atelier ont décidé d'un poids égal pour les trois critères en alertant les destinataires éventuels des travaux au problème de la difficulté de s'entendre sur le contenu exact de certaines définitions et sur le danger d'atteindre un consensus sur la base de compréhensions différentes d'un même critère par différentes personnes

- **Pôle technico-économique** : Après échanges, il est convenu presque unanimement qu'il est plus important d'avoir la meilleure technologie pour faciliter l'atteinte du résultat visé, quitte à y mettre le prix.

Selon les élus :

- **Pôle environnement** : Étant donné que les rejets font déjà l'objet de normes par les instances gouvernementales, on peut considérer le critère E2 comme déjà contrôlé. En conséquence, il est plus pertinent d'accorder de l'importance au critère sur l'utilisation des ressources, E1, qui de toutes manières se reflétera dans les émissions à l'environnement (plus on consomme, plus il y aura de rejets).
- **Pôle social** : Sans l'acceptation et la participation des citoyens, il est impossible de mettre en place une installation, aussi parfaite soit-elle. Pour cette raison, plus de la moitié du poids du pôle social a été attribué au critère S1. En second lieu, il a été jugé que les risques à la SST et les risques technologiques sont généralement bien contrôlés par des normes ou des standards industriels. C'est pourquoi le critère S3 s'est vu donné moins d'importance relativement aux atteintes à la santé et à la qualité de vie des citoyens (S2).
- **Pôle technico-économique** : Le critère économique est généralement l'élément qui pèse le plus dans la balance lors de la mise en place de projets municipaux. Les élus ont tenu à l'indiquer clairement en mettant 80% du poids sur le critère T1. Dans cette optique, il apparaît aussi que dans toute logique, une option techniquement inappropriée ne serait pas sélectionnée. Il convient donc d'attribuer une plus faible importance au critère T2.

### 3.4 Limites des critères retenus

Les critères retenus pour l'analyse et la comparaison des options de gestion ont été restreints, vu l'aspect « simplifié » de l'étude et les temps et ressources limités. Cependant, il serait important d'intégrer d'autres critères d'évaluation plus détaillés à une analyse plus approfondie ou lorsque des informations de nature logistique seront connues, notamment en ce qui a trait au pôle social. À titre d'exemple, il serait possible d'ajouter les critères de « conditions de travail et de droits humains » en intégrant les notions de changements dans les conditions de travail (perte ou bonification) ou d'équité dans l'emploi. La gouvernance pourrait aussi être évaluée; celle-ci fait référence à la

conduite des affaires et aux mesures mises en place afin d'assurer le bon fonctionnement et le contrôle d'une entreprise (évaluée notamment par la transparence et la divulgation d'informations). Enfin, tous les éléments d'évaluation actuels faisant référence à l'implication des citoyens pourraient être regardés plus en détails. En effet, dans un contexte prospectif, il est extrêmement difficile de juger des incidences sociales que pourra avoir une technologie particulière, simplement parce qu'elles ne découlent pas de la technologie elle-même, mais des choix de gouvernance qui seront effectués par le promoteur et la municipalité lors de son implantation. À titre d'exemple, un centre de compostage pourrait n'être qu'une zone de nuisances où des camions circulent et où il est défendu aux citoyens d'accéder. Au contraire, il est possible de créer des aires paysagées mises à la disposition du public. Le centre de traitement qui encourage la venue des citoyens, par la distribution de compost gratuit ou par des visites guidées des lieux, devient alors un pôle d'éducation et de sensibilisation de la population aux enjeux de la gestion des matières résiduelles.

En ce qui a trait aux critères environnementaux, il serait possible d'évaluer de manière plus complète les impacts potentiels lors d'une ACV détaillée. Pour ce faire, il existe plusieurs méthodes d'évaluation internationalement reconnues, dont la méthode canadienne LUCAS (Toffoletto *et al.*, 2005), la méthode américaine TRACI (Bare *et al.*, 2003) et la méthode européenne IMPACT 2002+ (Jolliet *et al.*, 2003). Dépendamment de la méthode, différents impacts sont évalués tels que le réchauffement global, l'appauvrissement de la couche d'ozone, le smog photochimique, l'acidification, l'utilisation des terres, etc.

## **4. DÉFINITION DU « MODÈLE D'ÉTUDE »**

L'établissement du modèle d'étude correspond à la première phase d'une ACV classique, à savoir la définition des objectifs et du champ de l'étude.

Bien que l'analyse et la comparaison des options de gestion des matières résiduelles soit basée sur une approche simplifiée de l'ACV traditionnelle, il a néanmoins été choisi de décrire le modèle d'étude conformément à la norme ISO 14 044 (2006) pour des fins de clarté et de rigueur. Ce modèle sert principalement à camper la comparaison des impacts environnementaux des options, mais est également utilisé comme base pour l'évaluation et la comparaison des critères sociaux et technico-économiques.

### **4.1 Objectif de l'étude**

#### **4.1.1 But de l'étude**

Le but de l'analyse comparative simplifiée est d'évaluer les impacts environnementaux, sociaux et technico-économiques potentiels associés aux différentes options de gestion des matières résiduelles proposées, et ce, sur tout leur cycle de vie, comprenant leur mise en œuvre, leur opération et, si possible, leur démantèlement en fin de vie utile.

Il s'agit notamment d'identifier les étapes (collecte, transport, traitements, élimination, etc.) présentant le plus grand potentiel d'impacts durant le cycle de vie complet des options, selon les différents critères.

#### **4.1.2 Application envisagée**

Les résultats de l'analyse pourront servir aux gestionnaires et élus municipaux de l'agglomération de Montréal à des fins de préparation de leur Plan de gestion des matières résiduelles dans une perspective « cycle de vie ».

#### **4.1.3 Public concerné**

Les résultats de l'étude visée sont principalement destinés à un usage interne par la Ville de Montréal, mais pourront aussi être rendus disponibles au grand public. Étant donné la nature comparative simplifiée de l'étude et du fait qu'elle n'a pas fait l'objet d'une revue critique (tel que stipulé dans les normes ISO concernant les études ACV complètes), il sera essentiel de procéder à une mise en garde quant aux limites de l'analyse et à l'utilisation des résultats.

## 4.2 Champ de l'étude

### 4.2.1 Fonctions, unité fonctionnelle et flux de référence

#### 4.2.1.1 Fonctions

Tel que présenté en Annexe B, un système de produits est d'abord défini par sa ou ses fonctions. Ainsi la fonction spécifiée pour toutes les options à l'étude est de « *gérer une quantité donnée de matières résiduelles* ».

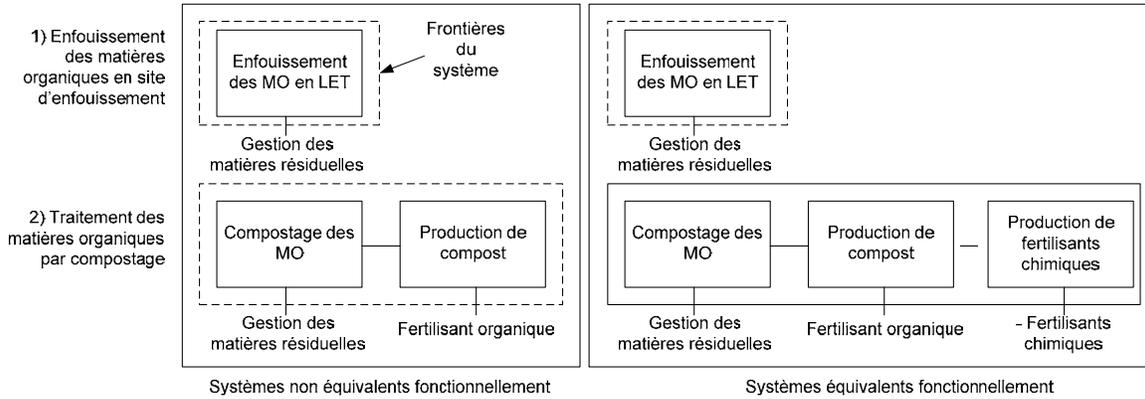
Toutefois, parmi les processus évalués se trouvent des technologies qui, en plus de gérer les matières résiduelles, fournissent un produit valorisable. C'est le cas de tous les systèmes générant du compost de qualité<sup>1</sup> : ils ont pour seconde fonction de « *produire un fertilisant organique* ». C'est aussi le cas des systèmes générant de l'énergie (sous forme de biogaz, de gaz de synthèse (syngaz), de vapeur ou autre) auxquels s'ajoutent la fonction de « *produire de l'énergie* ».

On appelle ces derniers des processus multifonctionnels. Pour maintenir l'équivalence fonctionnelle des options comparées, il est nécessaire d'étendre les frontières du système pour les technologies produisant un fertilisant, de l'énergie ou de la chaleur, afin d'inclure d'autres systèmes de production de fertilisant chimique ou d'énergie et de leur affecter une contribution négative (c.-à-d. un impact environnemental négatif). Ce crédit environnemental est attribué sur la base du fait que, si du compost était produit à partir des matières résiduelles municipales, les agriculteurs des environs de l'île de Montréal bénéficieraient de ce fertilisant, réduisant d'autant leur consommation de fertilisants chimiques. De la même façon, il est posé que la production d'énergie et de chaleur par des processus reliés à la gestion des matières résiduelles municipales se traduirait par une réduction de la consommation d'énergies et de chaleur d'autres sources. Ceci est également appelé une « production évitée ».

La Figure 4-1 illustre l'équivalence fonctionnelle des deux options génériques. Plus particulièrement, la comparaison entre la gestion des matières organiques (MO) par enfouissement et par compostage y est présentée.

---

<sup>1</sup> Compost de qualité : de catégorie « C1 » selon les critères de qualité du MDDEP (2004) ou de type « A » selon les normes BNQ applicable au compost (Bureau de normalisation du Québec, 2005).



**Figure 4-1 : Équivalence fonctionnelle de options comparées (exemple de la gestion des matières organiques : MO).**

#### 4.2.1.2 Unité fonctionnelle et flux de référence

L'unité fonctionnelle est la quantification de la fonction étudiée. Pour l'étude visée, elle se définit comme suit :

« *La gestion de matières résiduelles résidentielles produites par l'agglomération de Montréal en 2018* ».

L'année 2018 a été choisie parce qu'elle représente le moment où les scénarios de gestion des matières résiduelles seront complètement implantés.

Les flux de référence, qui représentent les quantités de flux nécessaires afin de remplir la fonction exprimée par l'unité fonctionnelle, regroupent donc toutes les activités de collecte, de transport, de traitement et d'élimination des matières résiduelles.

Les quantités de matières résiduelles municipales à traiter annuellement ont été estimées à partir de la population actualisée de l'agglomération de Montréal en 2018, soit 1 985 244 résidents.

**Tableau 4-1 : Flux de référence**

Type de matière	Tonnes/an (actualisée 2018)	kg/résident/an visé
Matières recyclables (MR) – taux de récupération de 60%	211 000	106
Matières organiques (MO) – taux de récupération de 60% :	190 000	96
Résidus verts (RV)	95 000	48*
Résidus alimentaires (RA)	95 000	48
Résidus ultimes (RU)	539 500	--
Ordures ménagères	435 000	219*
Refus centres de tri MR (8 %)	17 000	--
Refus traitement des MO, traités sur l'île de Montréal (10% en moyenne)	19 000	--
Matériaux secs rebutés	68 500	--

\* Taux de production moyens. Peuvent varier selon la zone d'habitation.

Tel qu'indiqué au Tableau 4-1, les résidus ultimes comprennent : les ordures ménagères desquelles on a retiré 60 % des matières organiques et recyclables, de même que les refus des centres de tri des matières recyclables et des centres de traitement des matières organiques et les matériaux secs rebutés. Tel que précisé au paragraphe 4.2.2.2, les encombrants, textiles et déchets dangereux sont exclus.

Sur l'île de Montréal, il existe plusieurs types de bâtis urbains et les habitudes de consommation (et donc de production de matières résiduelles) des résidents y sont différentes. En conséquence, le territoire et la population de l'île ont été répartis en trois zones d'habitation :

**Tableau 4-2 : Zone d'habitation**

Type d'habitat	Description	% Population (2006)	Nombre de résidents (2018)
« détaché »	Maisons unifamiliales, duplex et triplex possédant de l'espace sur le côté du bâtiment sont majoritaires	23	448 761
« non détaché »	Maisons en rangées, de 1 à 8 logements	37	735 461
« multilogements »	Tours d'habitations et blocs comprenant 9 logements et plus	40	801 022

À partir de ces informations, les taux de production des résidus verts et des résidus ultimes (ordures ménagères uniquement) ont été adaptés aux zones d'habitations.

Pour les résidus verts il a été posé qu'ils ne sont produits que par les zones « détachées » et « non détachées » en proportions de 80%-20% respectivement. Ainsi, dans le modèle, les résidents des zones « détachées » produisent 169 kg/an de RV et ceux des zones « non-détachées » en produisent 26 kg/an.

Pour les ordures ménagères, il a été estimé que les proportions de génération de RU entre les zones d'habitation resteraient constantes dans le temps. Dans le portrait 2004, il a été constaté que les zones d'habitation « détachées » produisaient près de 30% plus d'ordures que la moyenne des résidents de Montréal, alors que les zones « multilogements » en produisaient 15% de moins. En conséquence, il a été posé qu'en 2018, les ordures ménagères seraient produites à raison de 280 kg/résident/an dans les zones « détachées », 219 kg/résident/an dans les zones « non-détachées » et 185 kg/résident/an dans les zones « multilogements ».

#### **4.2.2 Frontières et description des systèmes de produits**

Les frontières d'un système de produits déterminent les processus élémentaires considérés dans l'étude. Dans le cas de la présente étude, les frontières comprennent quatre grandes étapes :

- 1) la collecte et le transport des matières résiduelles;
- 2) la récupération et le tri des matières recyclables;
- 3) le traitement des matières organiques et
- 4) le traitement et l'élimination des résidus ultimes.

Chacune de ces étapes a fait l'objet d'une analyse séparée, présentée dans un chapitre distinct du rapport. Étant donné le trop grand nombre de combinaisons possibles, aucune option regroupant l'ensemble des étapes n'a été analysée.

##### 4.2.2.1 Processus inclus

Le Tableau 4-3 présente, pour chaque étape de la gestion des matières résiduelles, les processus qui ont été inclus dans l'analyse environnementale de cycle de vie des options comparées.

**Tableau 4-3 : Processus inclus dans l'ACV simplifiée des options de gestion des matières résiduelles**

Étape	Activités/éléments inclus dans le processus
<b>1. Collecte et transport</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fabrication des outils de collecte (bacs, sacs)</li> <li>• Construction des camions (matériaux et énergie)</li> <li>• Opération des camions               <ul style="list-style-type: none"> <li>Consommation de carburant</li> <li>Entretien des véhicules</li> <li>Usure des infrastructures routières</li> </ul> </li> </ul>
<b>2. Tri des matières recyclables</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Évalué de façon qualitative. L'analyse du cycle de vie de cette étape n'a pas été effectuée par manque de données.</li> </ul>
<b>3. Gestion des matières organiques (MO)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Compostage en andain (CO)</li> <li>• Compostages semi-fermé (CFO)</li> <li>• Compostage en système fermé (CF)</li> <li>• Digestion anaérobie (DA)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Construction de l'infrastructure               <ul style="list-style-type: none"> <li>matériaux et énergie requis pour la construction des bâtiments et la préparation du site</li> <li>matériaux et énergie requis pour la construction des équipements mobiles (à carburant) et des principaux équipements fixes (à alimentation électrique)</li> </ul> </li> <li>• Opération de la technologie de traitement               <ul style="list-style-type: none"> <li>matériaux et énergie requis pour l'opération</li> <li>transport – Matières organiques, des centres de transbordement vers le lieu de traitement</li> <li>transport – Matières premières autres que les MO (agents structurants, produits chimiques, etc.)</li> <li>transport – Refus vers traitement des RU ou enfouissement</li> <li>production évitée - de fertilisants chimiques (remplacés par le compost produit) ou de gaz naturel (remplacé par le biogaz produit)</li> </ul> </li> </ul>
<b>4. Gestion des résidus ultimes (RU)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Enfouissement</li> <li>• Incinération</li> <li>• Gazéification</li> <li>• Tri-compostage (Résidus mixtes)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Construction de l'infrastructure               <ul style="list-style-type: none"> <li>matériaux et énergie requis pour la construction des bâtiments et la préparation du site</li> <li>matériaux et énergie requis pour la construction des équipements mobiles (à carburant) et des principaux équipements fixes (à alimentation électrique ou tuyauterie dans le cas de l'enfouissement)</li> </ul> </li> <li>• Opération de la technologie de traitement               <ul style="list-style-type: none"> <li>matériaux et énergie requis pour l'opération</li> <li>transport – Résidus ultimes vers le lieu de traitement</li> <li>transport – Matières premières autres que les RU (produits chimiques, matériaux de recouvrement, etc.)</li> <li>transport – Refus ou cendres vers enfouissement ou stabilisation</li> <li>production évitée - de matériaux de remblais (remplacés par le compost C2) ; de gaz naturel (remplacé par le biogaz ou le syngaz produit); d'électricité (remplacée par l'énergie produite)</li> </ul> </li> <li>• Fin de vie du site et des infrastructures               <ul style="list-style-type: none"> <li>Matériaux, énergie et transport pour la fermeture du lieu d'enfouissement (recouvrement final – géomembrane et terre)</li> </ul> </li> </ul>

La banque de données *ecoinvent* employée dans le cadre de ce projet inclut aussi de façon sommaire les infrastructures et leur entretien. De ce fait, l'usure des infrastructures routières a été prise en compte dans l'analyse environnementale des options comparées.

#### 4.2.2.2 Processus exclus

Dans le cadre de cette étude, certains processus ont été exclus :

- Les **activités humaines** reliées à la gestion des matières résiduelles : on suppose que les travailleurs auraient les mêmes impacts environnementaux (transport personnel, alimentation, etc.) peu importe leur métier;
- La **fin de vie des technologies** : étant donné le contexte prospectif de l'étude, il a été jugé trop incertain de sélectionner une fin de vie précise pour les infrastructures comparées (démolition, réutilisation, modification des bâtiments...). De plus, la durée de vie estimée des installations (20 ans) est très conservatrice et pourrait être prolongée du double par un entretien régulier des bâtiments. En conséquence aucun impact n'a été attribué à la fin de vie des technologies évaluées.
- La gestion des **résidus domestiques dangereux (RDD)**, des **textiles** et des **encombrants** ne font pas partie de l'étude.
- Le **transport et le recyclage des matières recyclables triées** : une fois triées, les matières recyclables sont expédiées chez divers recycleurs (métal, verre, plastique, fibres). Le transport et les opérations de recyclage ne font pas partie de l'étude (sauf dans le cas où des métaux sont récupérés par un prétraitement : le transport vers les recycleurs est alors inclus).
- Le **transport des produits générés** : les produits tels que le compost, le sel, le zinc, le soufre, etc. qui sont générés par les technologies comparées doivent être transportés jusqu'à leur lieu d'utilisation. Ces transports sont exclus de l'étude.
- L'**ensachage et l'utilisation du compost** produit (pour le compostage et la digestion anaérobie) : le compost peut être vendu en sac ou en vrac et épandu selon divers taux d'application. L'étude des marchés de revente de ce type de fertilisant organique est une étude en soi. Il a donc été choisi d'exclure les débouchés du produit de l'analyse environnementale.
- Les **postes de transbordement** sont exclus de l'analyse. Les distances de transport ont cependant été incluses.

Par ailleurs, les activités reliées à la **mise en œuvre** n'ont pas été intégrées à l'évaluation des aspects sociaux (mais ont été pris en compte dans le bilan environnemental et économique). En plus d'être variables selon le lieu d'implantation,

les impacts sociaux de la mise en œuvre n'ont pas été jugés suffisamment discriminants pour être conservés dans l'analyse.

D'autres exclusions, particulières à des étapes de gestion des matières résiduelles, seront précisées au cours de l'analyse.

#### **4.2.3 Règles d'imputation**

L'ISO prescrit une série de principes et de procédures afin de réaliser l'imputation des flux de matières et d'énergie et des émissions dans l'environnement associés aux processus élémentaires qui ont plus d'un produit ou qui participent au recyclage de produits intermédiaires.

Les règles d'imputation prescrites par les normes ISO sont données ci-après en ordre de priorité.

- Il convient dans la mesure du possible d'éviter l'imputation. Pour ce faire, il est possible de : 1) diviser le processus élémentaire à imputer en deux sous-processus ou plus; et 2) étendre les frontières du système de produits pour inclure les fonctions supplémentaires associées aux coproduits.
- Lorsque l'imputation ne peut être évitée, il convient de diviser les entrants et les sortants du processus à imputer entre les différents coproduits de manière à refléter des relations physiques sous-jacentes entre eux (p. ex. masse ou énergie).
- Lorsqu'une relation physique ne peut être établie, il convient de répartir les entrants et les sortants de manière à refléter d'autres relations entre eux (p. ex. la valeur économique des coproduits).

Dans le cas présent, la totalité des impacts des processus multifonctionnels (ceux qui produisent un fertilisant organique, de l'énergie et/ou de la chaleur) ont été attribués à la gestion des matières résiduelles et un crédit environnemental a été accordé pour compenser leur seconde fonction (telles que présentées au paragraphe 4.2.1.1). Ainsi, l'imputation a été évitée tel que préconisé par les normes ISO.

#### **4.2.4 Sources de données environnementales**

Différentes sources de données peuvent être utilisées dans le cadre d'études ACV : les **données primaires** (c.-à-d. les données spécifiques au cas à l'étude) et les **données secondaires** (c.-à-d. les données génériques ou théoriques disponibles dans la littérature et les banques de données nationales et internationales en ACV). Il est souvent souhaitable d'obtenir le maximum de données primaires possible mais, lorsque la qualité des données secondaires disponibles est suffisante à l'atteinte des objectifs et du champ de l'étude, celles-ci peuvent être utilisées pour compléter les données manquantes.

Dans la présente étude, la liste des processus présentée au Tableau 4-3 permet de constater l'ampleur des options à comparer et, par le fait même, la grande quantité de données requises pour le faire. Pour accélérer la tâche et puisque l'objectif de l'étude est de réaliser une comparaison simplifiée, des données dites « génériques » (issues de

banques de données) ont été employées pour modéliser plusieurs processus. Plus précisément, la banque de données *ecoinvent* (version 1.3) a été utilisée dès que les données primaires n'étaient pas disponibles dans les délais prescrits.

La banque de données *ecoinvent* est d'origine européenne. Bien qu'elle ne représente pas exactement le contexte canadien, il s'agit de la banque ACV la plus complète actuellement disponible et surpasse de loin les banques de données nord-américaines en termes du nombre de processus inclus et de la qualité de la validation des données. Afin d'améliorer la représentativité géographique de ces données, certaines adaptations ont été effectuées. Notamment, le mélange d'approvisionnement énergétique européen a été remplacé par celui du Québec ou d'une moyenne nord-américaine, afin de mieux coller au contexte de l'étude.

Le chapitre 5 décrit la méthode employée pour la collecte de données spécifiques au cas à l'étude et les annexes C et D présentent les données et sources employées pour la modélisation environnementale des options comparées.

#### **4.2.5 Évaluation des impacts environnementaux**

Une fois l'inventaire complété, les impacts environnementaux potentiels associés aux différents flux élémentaires entrants et sortants du système de produits ont été évalués à l'aide de la méthode *IMPACT 2002+* (Jolliet *et al.*, 2003).

##### 4.2.5.1 Méthode de calcul

Lorsque l'ensemble des données requises ont été obtenues, les options à comparer ont été modélisées à l'aide du logiciel ACV commercial SimaPro 7, développé par Pré Consultants (Pays-Bas). Il s'agit du logiciel le plus couramment utilisé au CIRAIG pour faire le calcul de l'inventaire et l'évaluation des impacts environnementaux potentiels associés aux émissions inventoriées. Il est aussi largement utilisé à l'international.

#### **4.2.6 Évaluation des impacts sociaux et technico-économiques**

En ce qui a trait à l'évaluation des critères sociaux et technico-économiques, ils ont été évalués sur une base semi-quantitative, par une approche matricielle simplifiée, telle que décrite à la section 6 du présent rapport.

#### **4.2.7 Interprétation des résultats**

Cette dernière phase de l'ACV consiste à résumer et à interpréter les résultats obtenus, tout en vérifiant qu'ils sont conformes à l'objectif et au champ de l'étude. Dans le cas présent, les résultats (présentés au chapitre 7) sont interprétés selon l'approche simplifiée développée.

## 5. COLLECTE DES DONNÉES

Afin d'évaluer les options de gestion de matières résiduelles avec rigueur, il est souhaitable de baser l'analyse sur des données les plus représentatives possibles. Les données spécifiques aux cas à l'étude étant toujours préférables, un questionnaire permettant de quantifier ou qualifier les critères social, environnemental et technico-économique a été conçu spécialement pour la collecte d'informations relatives aux différentes options comparées.

### 5.1 Développement du questionnaire

Un formulaire de collecte de données, créé en format MS-Excel®, a été divisé en quatre onglets, soit :

- 1) **Instructions** : Présentation du cadre de l'étude et des besoins en données et instructions pour les répondants.
- 2) **Renseignements généraux** :
  - Identification du répondant
  - Date
  - Type de technologie évaluée
  - Capacité de traitement
  - Durée de vie
  - Description générale de la technologie
- 3) **Mise en œuvre et démantèlement** : Description des infrastructures et équipements à mettre en place, des risques de nuisances aux citoyens lors de la mise en œuvre et de la fin de vie possible des installations.
- 4) **Opération** : Questions détaillées relatives aux divers critères d'évaluation. Le Tableau 5-1 résume les informations demandées au répondant.

**Tableau 5-1 : Questions types pour la collecte de données**

Information demandée
<b>E1. Utilisation des ressources</b>
Quantité et source d'eau consommée par la technologie
Type, quantité et provenance et mode de transport des matériaux consommés par la technologie
Type et quantité d'énergie consommée par les procédés, les transports ou la machinerie de la technologie
Type et quantité d'énergie produite sur le site par la technologie et source d'énergie remplacée
<b>E2. Gestion des rejets</b>
Description des substances et quantités émises à l'environnement (dans l'air ou dans l'eau)
Description et quantification des rejets solides (refus de traitement ou autre)
Description et quantification des produits finis
<b>S1. Acceptabilité et responsabilisation des citoyens et incidences sociales</b>
Description et qualification des activités exigeant un rôle actif des citoyens (enjeux et ampleur du changement)
Niveau d'acceptation des citoyens vis-à-vis de la technologie évaluée
Possibilité pour les citoyens de s'impliquer et de se responsabiliser
Nombre d'emplois associés à la technologie (emplois locaux créés, perdus, maintenus)
<b>S2. Atteintes à la santé et à la qualité de vie des citoyens</b>
Description et qualification des risques de nuisances auditives, visuelles, olfactives
Description et qualification des problèmes potentiels de salubrité ou de sécurité pour les citoyens
Description et qualification des problèmes potentiels d'encombrement routier
Informations complémentaires relativement aux impacts potentiels que peut avoir la technologie sur la santé des citoyens
<b>S3. Atteintes à la SST et risques technologiques</b>
Identification des sources de dangers auxquelles les travailleurs sont exposés et évaluation du risque potentiel pour chacune
Portrait des risques technologiques associés à la technologie, avec probabilité d'occurrence et gravité appréhendée des impacts
<b>T1. Bilan économique</b>
Coûts totaux
Revenus d'exploitation
<b>T2. Aspects techniques</b>
Qualification de la capacité d'adaptation de la technologie face à différentes variations pouvant affecter son déroulement (quantité, qualité, types de matières à traiter, réglementation)
Identification de la complexité de la technologie (mécanisation, main d'œuvre spécialisée, infrastructures ou opérations complexes, etc.)
Qualification de la complexité d'entretien et d'opération de la technologie
Temps nécessaire à la mise en place de la technologie
Description et qualification des produits obtenus (qualité prévue et niveau de confiance à l'égard du marché potentiel)

## 5.2 Sources de données et déroulement de la collecte

Selon les sujets traités, plusieurs répondants ont été amenés à fournir des informations permettant l'analyse des options évaluées. La liste ci-dessous résume les sources d'informations utilisées au cours de cette étude.

- **Outils de collecte** : les conseillers de la division des matières résiduelles de la Ville de Montréal ont répondu au questionnaire concernant l'utilisation des outils de collecte et ont fourni des documents permettant leur évaluation environnementale (Ville de Montréal, 2007; Leduc, 2005; Ralston, Internet). Des mesures directes ont aussi été effectuées par le CIRAIG (pesée de sacs de plastique).
- **Modes de collecte** : Des données relatives à la collecte des matières résiduelles ont été fournies par Colsel, Enlèvement de déchets Bergeron (EDB) et Charles Tremblay, ex-président de Matrec.
- **Gestion des matières recyclables** : Pour comparer les modes de gestion des matières recyclables, une enquête informelle a été réalisée auprès de transporteurs (Colsel, EDB, C.Tremblay), opérateur de centre de tri<sup>1</sup> (Récupéractoin-Marronniers) et fabricant d'équipements spécialisés (Machinex).
- **Gestion des matières organiques** : Les options applicables à la gestion des MO ont été élaborées par Solinov inc. pour le compte de la Ville de Montréal. Les données environnementales, sociales et économiques sont donc issues des réponses de Solinov au questionnaire du CIRAIG, et ce, pour chaque technologie évaluée.
- **Gestion des résidus ultimes** : Les données sur les technologies de traitement et d'élimination des résidus ultimes sont issues de plusieurs sources.
  - D'abord, les informations techniques, sociales et économiques sur la gazéification, l'incinération sur grille, le tri-compostage et l'enfouissement en LET ont été tirées de l'étude réalisée par SNC-Lavalin et Solinov pour le compte de la CMM en mai 2007 (SNC-Lavalin et Solinov, 2007). Lors de cette étude ces firmes de génie-conseil avaient entre autres missions de concevoir un « pré-design » des technologies précédemment mentionnées et de répondre au questionnaire du CIRAIG pour chacune d'elles.
  - Des informations supplémentaires ont été recueillies auprès des ingénieurs de la Ville de Montréal et de la compagnie VonRoll afin d'adapter les données de l'incinérateur à grille à un incinérateur à lit fluidisé, préconisé par la Ville de Montréal.
  - La modélisation environnementale du site d'enfouissement de type « bioréacteur » a été tirée d'une analyse de cycle de vie détaillée

---

<sup>1</sup> Une prise de contact a été tentée à plusieurs reprises avec des représentants du Groupe TIRU, mais aucune réponse n'a été obtenue.

antérieurement réalisée par le CIRAIG et adaptée à la présente étude (CIRAIG, 2003). Les données sociales et d'aspects techniques (critère T2) établies pour le LET lors de l'étude de la CMM ont été conservées pour l'enfouissement en bioréacteur, alors que le coût de traitement a été fixé par la Ville de Montréal.

- Les données environnementale et sociales et d'aspects techniques (critère T2) du prétraitement mécano-biologique situé en amont de l'incinération à lit fluidisé et de la gazéification<sup>1</sup> ont été adaptées des données du tri-compostage. Le prix de revient de la technologie a été déterminé par la Ville de Montréal.
- Les données environnementales ayant servi à la modélisation du tri-compostage ont été revues par Conporec inc. À la lumière des commentaires reçus de l'entreprise, des ajustements ont été apportés.

Lorsque le questionnaire du CIRAIG a été employé, la collecte de données a été réalisée en étapes, selon un processus itératif.

1. Le questionnaire en format MS-Excel<sup>®</sup> a été transmis aux répondants afin que ces derniers prennent connaissance du type d'informations requises.
2. Une fois le pré-design d'une technologie complété, les répondants ont complété le questionnaire (seul ou en collaboration avec le CIRAIG).
3. Les formulaires complétés ont été retournés au CIRAIG pour analyse.
4. Lorsque des précisions ou ajustements étaient nécessaires, le CIRAIG a pris contact avec les répondants pour obtenir les informations manquantes.

Les annexes C et D résument les données (génériques et primaires) employées.

### 5.3 Hypothèses posées

Étant donné la quantité d'options à l'étude et le niveau de détail des données primaires disponibles, il a été nécessaire de poser plusieurs hypothèses afin de réaliser une modélisation environnementale rigoureuse des technologies et options de gestion. Notamment :

- Dans les intervalles de capacités de traitement étudiées, les impacts par tonne de matières résiduelles traitées sont constants (c.-à-d. que les impacts augmentent linéairement avec le tonnage traité);
- les données relatives aux options de traitement sont issues de technologies particulières choisies par les firmes de génie-conseil et par la Ville de Montréal

---

<sup>1</sup> Dans l'étude réalisée pour la CMM (SNC-Lavalin et Solinov, 2007), la gazéification modélisée ne comprenait pas de prétraitement mécano-biologique. Dans le cas présent, les ingénieurs et conseillers de la Ville de Montréal ont choisi d'ajouter cette étape à la technologie de gazéification. Les autres données de la technologie n'ont cependant pas été modifiées.

pour les fins du pré-design auquel le CIRAIG n'a pas participé. D'autres variantes technologiques auraient tout aussi bien pu être choisies.

Des hypothèses ont aussi été posées quant aux distances de transport, à la durée de vie des équipements et infrastructures et aux types de productions évitées (par la génération de biogaz ou de compost par exemple). De plus, comme il n'a pas été possible d'obtenir les quantités précises de matériaux entrant dans les machineries et appareils composant les lignes de traitement des technologies étudiées des hypothèses et approximations ont dû être effectuées pour contourner l'absence de données. Par exemple, afin de déterminer si la fabrication des équipements fixes (alimentés à l'électricité) des technologies de traitement des matières organiques était négligeable ou non dans le bilan environnemental, des équipements unitaires génériques (fait d'approximativement 5 tonnes d'acier) ont été posés. Ainsi, à partir de la liste des principaux équipements fixes, chaque technologie s'est vu attribuer un nombre de ces équipements génériques. À l'issue de cet exercice, il a été montré que les équipements fixes ne sont pas prépondérants dans le bilan des impacts environnementaux potentiels associés à une installation de traitement (une influence moyenne de 5% ou moins a été notée sur les impacts environnementaux). Il n'était donc pas nécessaire de pousser d'avantage la recherche d'informations précises à ce sujet.

L'ensemble des hypothèses élaborées pour la modélisation environnementale des technologies est présenté à l'annexe E.

## 6. MÉTHODOLOGIE D'ÉVALUATION

Le chapitre qui suit décrit la méthode employée pour calculer les scores de chacune des options évaluées et la présentation graphique des résultats.

### 6.1 Calcul des scores

Dans la méthode matricielle les résultats d'évaluation sont présentés sous forme de scores. Ainsi, pour chaque option à l'étude, un score est attribué relativement à chacun des critères d'évaluation retenus, puis intégré dans une matrice d'évaluation telle qu'illustrée au Tableau 6-1.

**Tableau 6-1 : Exemple de matrice d'évaluation**

		Option 1	Option 2	Option 3	Option 4	Option 5	Option 6
	Critère	Score					
<b>E1</b>	Utilisation des ressources	(1, E1)	(2, E1)	(3, E1)	(4, E1)	(5, E1)	(5, E1)
<b>E2</b>	Gestion des rejets	(1, E2)	(2, E2)	(3, E2)	(4, E2)	(5, E2)	(5, E2)
<b>S1</b>	Acceptabilité/ Incidences sociales	(1, S1)	(2, S1)	(3, S1)	(4, S1)	(5, S1)	(5, S1)
<b>S2</b>	SST/ Risques technologiques	(1, S2)	(2, S2)	(3, S2)	(4, S2)	(5, S2)	(5, S2)
<b>S3</b>	Santé/ Qualité de vie	(1, S3)	(2, S3)	(3, S3)	(4, S3)	(5, S3)	(5, S3)
<b>T1</b>	Bilan économique (\$/t)	(1, T1)	(2, T1)	(3, T1)	(4, T1)	(5, T1)	(5, T1)
<b>T2</b>	Aspects techniques	(1, T2)	(2, T2)	(3, T2)	(4, T2)	(5, T2)	(5, T2)

Le score de chaque élément matriciel est établi à partir des différentes informations recueillies lors de la collecte des données (réponses aux questionnaires). Ces scores sont présentés sous forme de pourcentages variant de 25 à 100%, selon la performance de l'option considérée (25% étant le pire score possible).

#### 6.1.1 Scores environnementaux

Pour obtenir les scores environnementaux, les technologies et options de gestion ont été modélisées à l'aide du logiciel SimaPro et de la méthode d'évaluation des impacts « IMPACT 2002+ ». Celle-ci attribue un pointage à différentes catégories de dommage (voir la section 2.3.1). Ces pointages ont été employés pour établir des scores compatibles avec la méthode matricielle pour les critères E1 (« Utilisation des ressources ») et E2 (« Gestion des rejets »). Ainsi, parmi les options comparées le meilleur pointage (indiquant le moins d'impacts potentiels) s'est vu attribuer le score de

100%, le pointage le plus élevé (indiquant le plus grand impact potentiel) a obtenu un score de 25% et une équation linéaire a servi à établir les scores intermédiaires.

Les données brutes de modélisation environnementale ayant servi à l'établissement des scores E1 et E2 pour les technologies et les options de gestion sont présentées à l'annexe F.

### 6.1.2 Scores sociaux et technico-économiques

L'attribution des scores des aspects sociaux et technico-économiques est rendue possible grâce à des grilles issues d'une adaptation de la méthodologie élaborée par Graedel initialement développée pour l'évaluation de critères environnementaux. Ainsi, en fonction de la réponse, un score est donné à chacun des indicateurs évalués (les indicateurs et critères sont présentés au Tableau 3-1).

Par exemple, pour l'évaluation du critère T2 « Aspects techniques », la grille de score reliée à l'indicateur T2.1 « Flexibilité de la technologie » est présentée au tableau suivant. Dans cette méthode, une échelle de 1 à 4 est employée, 4 présentant le pire score.

**Tableau 6-2 : Exemple de grille de score - Évaluation de la flexibilité de la technologie**

Score	Énoncés applicables
4	Il est impossible de modifier la technologie évaluée afin d'accepter une variation de ce type
1	Une variation de ce type ne change strictement rien au déroulement de la technologie évaluée
2	Il est assez facile d'adapter la technologie évaluée afin d'accepter une variation de ce type
3	Il est difficile, mais possible d'adapter la technologie évaluée afin d'accepter une variation de ce type

De la même manière, un score est attribué aux indicateurs T2.2 « Faisabilité technique » et T2.3 « Qualité des produits obtenus ». Le score global du critère T2 est obtenu en effectuant la moyenne des scores attribués à chacun de ses indicateurs, puis ramené sous forme de pourcentage.

Le score social d'une **technologie** (ou d'un outil de collecte) est en fait le score moyen des critères S1, S2 et S3 ou des critères T1 et T2 dans le cas du score technico-économique.

Enfin, le score final d'une **option de gestion** est établi à partir des scores des technologies le composant, pondérés en fonction du tonnage de matières résiduelles géré par chacune d'elles. Ainsi, dans le cas de l'option de gestion des résidus ultimes 1B-RU (voir Figure 10-2, page 70) regroupant l'enfouissement de 435 760 t/an et le tri-compostage de 148 200 t/an, le score de l'option est obtenu de la manière suivante :

$$\text{Score option 1B-RU} = \text{Score enfouissement} * \frac{435\,760}{583\,960} + \text{Score tri-compostage} * \frac{148\,200}{583\,960}$$

L'ensemble des scores bruts des options évaluées sont présentés à l'annexe F.

### 6.1.3 Calcul des coûts de traitement et de transport

Le critère T1, sur le bilan économique, est présenté en \$/tonne de matière traitée ou en \$/année (dans le cas des outils de collecte).

Afin de déterminer le coût unitaire global des différentes options de gestion pour les matières organiques et les résidus ultimes, le score T1 a été désagrégé en un coût de traitement et un coût de transport (tel que présenté aux chapitres 9 et 10). La méthode de calcul de ces coûts est décrite ci-dessous.

Le **coût de traitement** relié à une option est déterminé à partir du coût de revient de chacune des technologies la composant. Ainsi, pour le même cas de l'option de gestion des résidus ultimes 1B-RU regroupant l'enfouissement de 435 760 t/an et le tri-compostage de 148 200 t/an, le coût de traitement unitaire de l'option est obtenu de la manière suivante :

$$\begin{array}{l} \text{Coût de} \\ \text{traitement} \\ \text{($/tonne)} \\ \text{option 1B-} \\ \text{RU} \end{array} = \frac{\begin{array}{l} \$/t \\ \text{enfouissement} \end{array} * 435\,760\,t + \begin{array}{l} \$/t \text{ tri-} \\ \text{compostage} \end{array} * 148\,200\,t}{\text{Quantité totale de RU à traiter annuellement (539 500 t)}}$$

Le **coût de transport** a été déterminé en évaluant d'abord le nombre annuel de camions semi-remorque (28 t) devant parcourir une distance régionale (posée à 55 km) et le nombre parcourant une distance locale (posée à 20 km). Un coût de 1,55 \$/km a ensuite été utilisé, soit 85 \$/h pour un camion semi-remorque plein roulant en moyenne à 55 km/h, tel que posé dans l'étude sur le transbordement réalisée par DESSAU-SOPRIN (2005) pour le compte de la Ville de Montréal.

Dans l'option 1B-RU, il est supposé que toutes les matières résiduelles envoyées au tri-compostage parcourent une distance locale, puisque les installations sont sur l'île, alors que toutes les matières envoyées à l'enfouissement sont transportées sur une distance régionale.

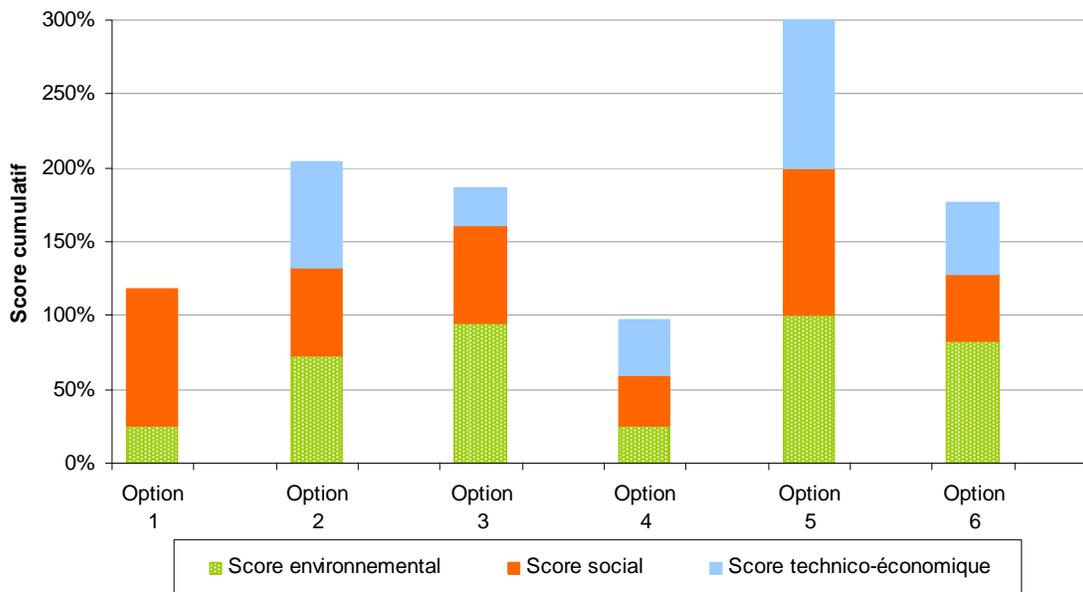
- Nombre de camions (28 t) parcourant 55 km (aller-retour) : 16 900 camions/an
- Nombre de camions (28 t) parcourant 20 km (aller-retour) : 2 650 camions/an
- Distance totale parcourue par des camions pleins : 1 965 000 km/an
- Coût de transport total (à 1,55 \$/km) : 3 045 750 \$/an

Le coût de transport unitaire est enfin obtenu :

$$\begin{array}{l} \text{Coût de} \\ \text{transport} \\ \text{($/tonne)} \\ \text{option 1B-} \\ \text{RU} \end{array} = \frac{\text{Coût total de transport (3 045 750 $/an)}}{\text{Quantité totale de RU à traiter annuellement (539 500 t/an)}} = 5,65 \$/t$$

## 6.2 Présentation graphique des résultats

Afin de synthétiser les résultats comparatifs, d'intégrer les pondérations respectives des partenaires et des élus et d'illustrer les résultats finaux pour qu'ils soient facilement compris par les non initiés du processus d'analyse du cycle de vie, une présentation graphique sous forme de radar a été choisie. Un exemple de ce type de graphique est illustré à la Figure 6-1.



**Figure 6-1 : Exemple de graphique pour la présentation des scores cumulatifs pondérés.**

Pour obtenir un tel graphique les scores des options comparées (tels qu'illustrés au Tableau 6-1) ont été agrégés par pôle du développement durable en appliquant une des pondérations retenues.

Ainsi, avec la pondération des partenaires accordant un poids de 30% au critère E1 et 70% au critère E2, le score du pôle environnemental d'une option donnée est obtenu par :

$$\text{Score pôle E} = \text{Score critère E1} * 0,3 + \text{Score critère E2} * 0,7$$

Et avec la pondération des élus :

$$\text{Score pôle E} = \text{Score critère E1} * 0,6 + \text{Score critère E2} * 0,4$$

Or, lorsque les scores des critères E1 et E2 sont identiques ou similaires, les scores du pôle E obtenus avec une pondération ou l'autre seront identiques ou similaires, et ce, même si les poids attribués aux critères sont différents. Il en va de même pour les deux autres pôles.

Enfin, l'interprétation du graphique à barre se fait simplement : les aspects les plus performants sont indiqués par les barres les plus élevées. Ainsi, plus une option a une grande aire, plus elle est intéressante quant au développement durable. Dans l'exemple illustré à la Figure 6-1, l'option 5 a un score parfait, alors que l'option 4 performe très mal. Par ailleurs, l'option 1 offre d'assez belles performances quant aux aspects sociaux et technico-économique, mais performe mal sur le plan environnemental. Au contraire, l'option 3 montre un score élevé pour le pôle environnemental, mais se classe dernier quant au pôle technico-économique.

Il est ainsi possible de rapidement visualiser les points forts et les points faibles des options comparées.

## 7. OPTIONS DE COLLECTE DES MATIÈRES RÉSIDUELLES

La première étape d'un scénario de gestion de matières résiduelles consiste inévitablement à les collecter et à les transporter à leur lieu de traitement. Ce chapitre est dédié à la comparaison des options de collecte. Dans un premier temps, les outils (contenants) pour la collecte des matières recyclables sont analysés. Par la suite, divers modes de collectes (types de camions, fréquences) applicables aux différents bâtis de Montréal sont comparés.

### 7.1 Outils de collecte pour les matières recyclables

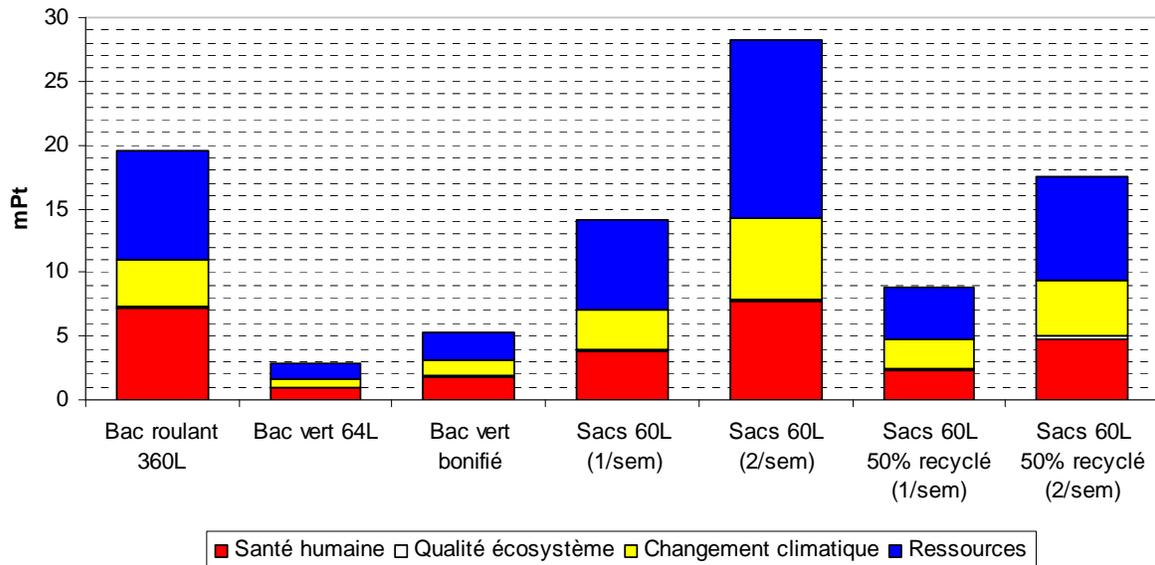
Les outils de collecte permettent aux citoyens d'accumuler leurs matières recyclables et de les mettre en bordure de rue lors des collectes. Dans le cadre de la présente étude, quatre catégories d'outils ont été considérées :

- **les bacs verts** : fabriqués de polyéthylène haute densité (PEHD), ils sont disponibles en plusieurs formats (25, 45, 50 et 64 litres). Un bac de 64 litres (2,5 kg), fait de PEHD à 50% recyclé, a été sélectionné pour représenter ce type d'outil. La durée de vie d'un tel bac a été posée à 5 ans.
- **Les bacs « bonifiés »** : d'un volume similaire aux bacs verts classiques, les bacs bonifiés possèdent un couvercle ainsi qu'une poignée pour faciliter leur manipulation. Cet outil de collecte est présentement en conception, mais il a été considéré qu'il sera fabriqué du même plastique que le bac vert (PEHD 50 % recyclé) et aura un volume équivalent de 64 litres (3,75 kg). La durée de vie d'un tel bac a aussi été posée à 4 ans.
- **les bacs roulants** : aussi fabriqués en PEHD, les bacs roulants sont disponibles en formats de 120, 240, 360 et 660 litres et possèdent tous des roues, un couvercle et des poignées. Le modèle de 360 litres (24 kg), fait de PEHD vierge, a été sélectionné pour représenter ce type d'outil. La durée de vie d'un tel bac roulant a été posée à 10 ans.
- **les sacs** : les sacs pour la collecte des matières recyclables sont faits de polyéthylène basse densité (PEBD). Un volume de 60 litres (45 g) a été retenu (avec des taux de 0 et 50% de PEBD recyclé). Une utilisation d'un ou deux sacs par semaine a été considérée (hypothèse conservatrice).

#### 7.1.1 Évaluation environnementale

Les résultats comparatifs de la modélisation des bacs et des sacs à l'aide de la méthode d'évaluation des impacts du cycle de vie IMPACT 2002+ sont présentés à la Figure 7-1. Les résultats y sont exprimés en milipoints (mPt), l'unité du score unique établi par la méthode pour permettre l'agrégation de l'ensemble des impacts environnementaux considérés. Cette comparaison est uniquement basée sur la fabrication des outils de collecte, c.-à-d. l'extraction des matières premières, leur transformation en plastique, puis la fabrication de l'objet (bac ou sac). Tous les transports pour les matériaux (PEHD,

PEBD) ou les produits finis (bacs, sacs), de même que l'emballage et la fin de vie des outils (recyclage ou non) ont été négligés.



**Figure 7-1 : Comparaison environnementale des outils pour la collecte des matières recyclables (méthode IMPACT 2002+, score unique).**

Il ressort de la Figure 7-1 que pour mettre à la rue les matières recyclables, le bac vert classique et le bac « bonifié » sont les deux outils qui exigent le moins de ressources et qui présentent le moins d'impacts potentiels liés aux émissions dues à sa fabrication. En effet, le bac classique de 64 litres présente globalement entre 3 et 12 fois moins d'impacts environnementaux potentiels que l'emploi de sacs de plastique (selon le nombre employé et la teneur en PEBD recyclé) et près de 7,5 fois moins d'impacts que le bac roulant de 360 litres (malgré sa durée de vie de 10 ans). De plus, la durée de vie de 5 ans est assez conservatrice puisque plusieurs bacs sont utilisés sur de plus longues périodes, ce qui augmente encore leur avantage sur les autres outils de collecte.

Le bac « bonifié », bien qu'il contienne plus de matières plastiques et possède une longévité un peu plus courte que le bac classique, présente des avantages quant à la facilité d'utilisation et à la propreté. Aussi, il se compare très favorablement aux autres options, puisqu'il présente entre 2 et 6,5 fois moins d'impacts environnementaux potentiels que l'emploi de sacs de plastique (selon le nombre employé et la teneur en PEBD recyclé) et près de 4 fois moins d'impacts que le bac roulant de 360 litres.

Il est à noter que selon la résistance des sacs de plastique employés, il n'est pas toujours possible de les remplir pour mettre à la rue toutes les matières voulues (journaux, bouteilles de verre, etc.). Des sacs supplémentaires doivent alors être utilisés, ce qui diminue leur performance environnementale et augmente leur coût d'utilisation.

Globalement, la masse de l'outil, la proportion de matière recyclée entrant dans sa composition et sa durée de vie sont les trois paramètres qui influent le plus sur la performance environnementale des contenants de collecte.

**À la lumière de ces constatations, il est recommandé :**

- *d'exiger le maximum de contenu recyclé dans la fabrication des outils de collecte, principalement pour les bacs roulants dont la masse est près de 10 fois celle d'un bac vert;*
- *d'étudier la possibilité d'implanter des sacs réutilisables (en polypropylène tissé par exemple, tel que l'on retrouve maintenant dans les épicerie) pour la collecte des matières recyclables en bordure de rue. En effet, ils sont légers (contiennent peu de matières plastique) et ont une durée de vie intéressante (plusieurs années). Actuellement, les résidents de certaines habitations multilogements disposent de ce type de sacs (appelés « recyclosac ») pour stocker et porter leurs matières recyclables dans le bac roulant commun. Il est clair que cette solution est préférable à la distribution de bacs rigides à chaque logement.*

**7.1.2 Évaluation sociale**

Le premier critère d'évaluation du pôle social regroupe la facilité d'application, l'acceptabilité par les citoyens, le potentiel d'implication citoyenne et les retombées sociales. Au chapitre de la **facilité d'application**, quatre éléments d'évaluation ont été retenus : l'entreposage de l'outil, l'entreposage des matières recyclables, la manipulation de l'outil et l'entretien. Sur cette base de comparaison, les sacs et les bacs bonifiés sont les outils de collecte qui performant le mieux. En effet, les sacs s'entreposent et se manipulent facilement, puisque le citoyen peut les remplir à sa guise, selon l'espace de stockage dont il dispose et l'enjeu que représente pour lui la mise en bordure de rue (escaliers, problèmes de dos, etc.). Au contraire, un bac de 64 litres est plutôt lourd (2,5 kg vide) et encombrant. Il requiert donc un espace d'entreposage dans la maison et peut être difficile à manipuler pour le sortir à la rue. Cependant, un bac « bonifié » d'un couvercle permettrait d'entreposer le bac sur le balcon sans que les matières ne soient détremées ou emportées par le vent. Une poignée faciliterait aussi la manipulation. Pour les résidences disposant d'une allée de garage ou d'un espace sur le côté de la maison, le bac roulant de 360 litres est intéressant puisqu'il se déplace facilement et permet d'y décharger les matières recyclables tout au long de la semaine, évitant ainsi l'encombrement à l'intérieur de la maison. En ce qui a trait à **l'acceptabilité par les citoyens**, toutes les options de collecte des matières recyclables sont assez semblables. Cependant, le choix des sacs oblige les résidents à acheter eux-mêmes des sacs spéciaux, ce qui représente une dépense et une implication supplémentaires pour les ménages. Aussi, le **potentiel d'implication citoyenne** est équivalent pour tous les outils de collecte considérés.

Pour le second critère social, **la santé et la sécurité des travailleurs**, les bacs roulants se démarquent positivement, puisqu'ils ne doivent pas être soulevés par les employés de collecte, épargnant risques de coupures et de blessures dues au mouvements répétitifs et à la manutention de charges lourdes. Pour le reste, les sacs et les bacs sont équivalents, les premiers se manipulant plus facilement, mais présentant plus de risques de coupures, les second impliquant un geste supplémentaire afin de les replacer en bordure de rue une fois vides. L'indicateur associé aux **risques technologiques**, ayant été considéré « non applicable », aucune analyse n'est présentée à ce sujet.

Quant au critère relatif à la **santé et à la qualité de vie des citoyens**, seules les nuisances auditives et visuelles et la sécurité pour les citoyens distinguent les différentes options, favorisant légèrement les bacs roulants. En effet, les bacs de 64 litres (bonifiés ou non) sont bruyants lorsque lancés sur les trottoirs. De plus, des matières résiduelles

peuvent s'envoler du bac non couvert et les bacs vides laissés en bordure de rue présentent une nuisance visuelle comparativement aux sacs. Par contre, dans certains secteurs de la ville les sacs contenant des canettes consignées sont éventrés, affectant grandement la propreté. En ce qui a trait à la sécurité pour les citoyens, il a été jugé que les bacs verts sans couvercle et les sacs présentent plus de risques de blessures, notamment pour les enfants, que les outils couverts et rigides.

### 7.1.3 *Évaluation technico-économique*

Les **coûts d'achat** des divers outils de collecte sont les suivants <sup>1</sup> :

- Bac de 64 litres 5,25 \$, sur 5 ans.
- Bac « bonifié » d'une poignée et d'un couvercle : 15,00 \$, sur 4 ans.
- Bac roulant de 360 litres : 60,00 \$, sur 10 ans.
- Sacs de plastique : 0,15 \$ l'unité.

Quant aux **aspects techniques**, les bacs verts (bonifiés ou non) sont favorisés car, bien que leur volume soit limité (comparativement aux bacs roulants ou aux sacs), il n'est pas nécessaire d'implanter des camions robotisés pour leur collecte et ils assurent un meilleur tri par les citoyens. En effet, dû à leurs formats, les bacs roulants et les sacs sont plus souvent employés comme des « poubelles » et des matières non désirées se retrouvent dans la chaîne de tri. De plus, les sacs faits de pellicule plastique sont beaucoup plus difficiles à recycler que les plastiques rigides, car des morceaux de pellicule se coincent dans les séparateurs des centres de tri et « contaminent » les autres matières. Enfin, le prix de revente de la pellicule plastique est très inférieur à celui des plastiques rigides, rendant son tri peu attrayant.

### 7.1.4 *Analyse comparative*

Le Tableau 7-1 présente les scores des outils de collecte détaillés pour chacun des critères d'évaluation et la Figure 7-2 illustre ces résultats par pôles, selon les deux pondérations effectuées (groupe de partenaires et élus) et présentées précédemment au Tableau 3-2.

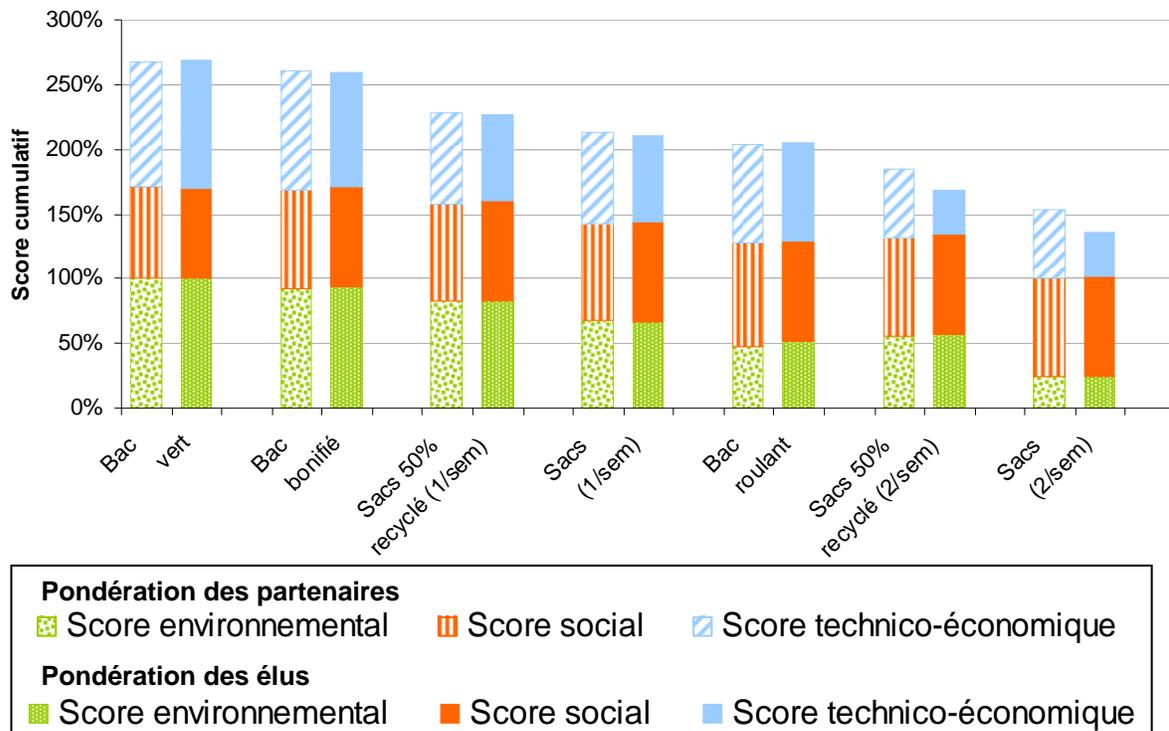
---

<sup>1</sup> Données fournies par la Ville de Montréal, coûts issus des résultats d'appels d'offres effectués en février 2007

**Tableau 7-1 : Comparaison des outils de collecte des matières recyclables par critères**

		Bac vert 64 L	Bac « bonifié »	Bac roulant, 360 L	Sacs, 1/sem.	Sacs, 2/sem.	Sacs 50% recyclé, 1/sem.	Sacs 50% recyclé, 2/sem.
Critère		Score						
<b>E1</b>	Utilisation des ressources	<b>100%</b>	94%	57%	66%	25%	83%	59%
<b>E2</b>	Gestion des rejets	<b>100%</b>	92%	44%	68%	25%	82%	54%
<b>S1</b>	Acceptabilité/ Incidences sociales	61%	<b>74%</b>	68%	72%			
<b>S2</b>	SST/ Risques technologiques	65%	65%	<b>75%</b>	65%			
<b>S3</b>	Santé/ Qualité de vie	88%	90%	<b>95%</b>	90%			
<b>T1</b>	Bilan économique (par an)	<b>1,05\$</b>	3,75\$	6,00\$	7,80\$	15,60\$	7,80\$	15,60\$
<b>T2</b>	Aspects techniques	<b>94%</b>	<b>94%</b>	78%	72%			

Notes : les meilleurs scores sont indiqués en caractères gras dans des cases foncées.  
 Les options qui semblent intéressantes (parce qu'elles présentent moins de 10% d'écart avec le meilleur score ou possèdent un score supérieur à 80%) ont été identifiées par des cases colorées plus claires.



**Figure 7-2 : Graphique cumulé des scores pondérés - comparaison des outils de collecte des matières recyclables.**

Le graphique à barres montre des résultats très similaires pour les scores pondérés par les partenaires et les élus, sauf dans le cas des scores technico-économiques qui diffèrent légèrement. En ce qui a trait aux aspects environnementaux, la similitude s'explique par le fait que les scores des critères E1 et E2 sont presque identiques pour un même outil. Ainsi, peu importe la pondération appliquée, le résultat pondéré sera toujours le même. Quant aux aspects sociaux, seuls les critères S1 et S2 distinguent les deux pondérations appliquées. Or, comme les scores de ces critères sont du même ordre de grandeur pour un même outil, l'effet de la pondération est négligeable.

Les résultats illustrés à la Figure 7-2 montrent que, peu importe la pondération employée :

- le bac vert bonifié est l'outil de collecte le plus intéressant d'un point de vue « développement durable », avec des scores supérieurs à 75% dans les trois pôles, et ce, même si son score cumulatif n'est pas le plus élevé.
- Le bac classique performe très bien sur les plans environnemental et technico-économique, mais se classe dernier pour les aspects sociaux. Ainsi, même si son score cumulatif est le plus élevé, sa performance est moins équilibrée.
- L'utilisation d'un seul sac par semaine (lorsqu'il est fait de plastique recyclé) ou d'un bac roulant viennent en second rang avec deux scores sur trois supérieurs à 75%. Par contre, si le bac roulant était fabriqué de plastique recyclé à 50%, comme les bacs verts, sa performance environnementale dépasserait 75% pour en faire un choix globalement très intéressant.
- L'utilisation de sacs est généralement plus difficile à évaluer puisque la quantité employée à chaque collecte dépend des citoyens et que leur contenu en matières recyclées peut varier selon les fabricants. Malgré tout, il a été jugé que la majorité des foyers utiliserait plus d'un sac par semaine, rendant cette option peu attrayante sur les plans environnemental et technico-économique.

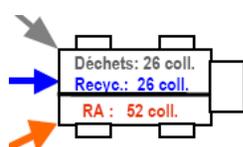
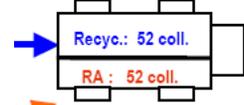
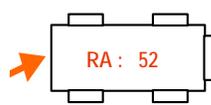
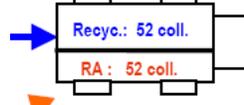
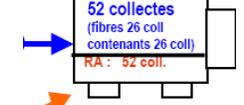
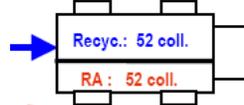
## 7.2 Options de collecte

Selon le type d'habitat desservi, le choix des fréquences et des modes de collecte diffèrent. Ainsi, les collectes peuvent avoir lieu 24, 26, 42, 52 ou 104 fois par année et se faire de manière dédiée (un camion pour un type de matière) ou par co-collecte. Cette dernière consiste à ramasser simultanément plusieurs types de matières (les résidus alimentaires et recyclables par exemple) à l'aide de camions compartimentés. Les volumes des deux sections du camion sont ajustés en fonction des matières à transporter.

En tout, dix options de collecte ont été soumises au CIRAIG pour analyse, à partir d'une étude réalisée conjointement par Dessau-Soprin et Solinov (2007) (Tableau 7-2) :

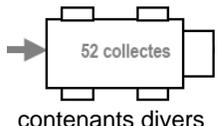
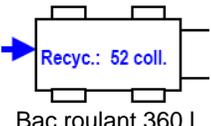
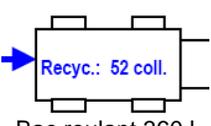
- 3 sont applicables à un habitat « détaché », où les maisons unifamiliales, duplex et triplex possédant de l'espace sur le côté du bâtiment sont majoritaires ;
- 4 sont applicables à un habitat « non-détaché », où les rues sont bordées de maisons en rangées, de 1 à 8 logements ;
- 3 sont applicables à un habitat « multilogements », soit les tours d'habitations et les blocs comprenant 9 logements et plus.

Tableau 7-2 : Options de collecte soumises à l'analyse

Option de collecte	Déchets (RU)	Résidus alimentaires (RA)	Matières recyclables(MR)	Résidus verts (RV)
<b>Habitat détaché</b>				
<b>A1. Coll. MR séparative</b> <b>A2. Coll. MR pêle-mêle</b> <b>A3. Coll. MR robotisée</b>	 26 collectes contenants divers	 42 collectes RA+RV : Bac roulant + sac papier	 26 collectes Bac roulant 360 l	Avec RA
<b>B</b>	Co-collecte RA*-RU (1 semaine /2)	 Déchets: 26 coll. Recyc.: 26 coll. RA : 52 coll.	Co-collecte RA*-MR pêle-mêle (1 semaine /2)	 24 collectes En sacs
<b>C</b>	 26 collectes contenants divers	 Recyc.: 52 coll. RA : 52 coll. Co-collecte RA*-MR pêle-mêle		 24 collectes En sacs
<b>Habitat non détaché</b>				
<b>D1. Coll. MR séparative</b> <b>D2. Coll. MR pêle-mêle</b>	 26 collectes contenants divers	 RA : 52 RA*	 Recyc.: 52 coll. Bac roulant 360 l	 24 collectes En sacs
<b>E</b>	 52 collectes contenants divers	 Recyc.: 52 coll. RA : 52 coll. Co-collecte RA*-MR pêle-mêle en bacs		 24 collectes En sacs
<b>F</b>	 52 collectes contenants divers	 52 collectes (fibres 26 coll / contenants 26 coll) RA : 52 coll. Co-collecte RA*-MR séparatif 26 collectes VPM / 26 collectes fibres		 24 collectes En sacs
<b>G</b>	 52 collectes contenants divers	 Recyc.: 52 coll. RA : 52 coll. Co-collecte RA*-MR pêle-mêle en sacs		 24 collectes En sacs

\* Résidus alimentaires collectés en petits bacs (50 litres) ou en sacs.

**Tableau 7-2 : Options de collecte soumises à l'analyse (suite)**

Option de collecte	Déchets (RU)	Résidus alimentaires (RA)	Matières recyclables(MR)	Résidus verts (RV)
<b>Habitat multilogements</b>				
H1. Coll. MR séparative H2. Coll. MR pêle-mêle	 52 collectes contenants divers		 Recyc.: 52 coll. Bac roulant 360 l	
I1 et J1. Coll. MR séparative I2 et J2. Coll. MR pêle- mêle	 104 collectes contenants divers		 Recyc.: 52 coll. Bac roulant 360 l	

Lorsqu'on fait de la co-collecte, il est essentiel que les infrastructures de traitement et/ou de transbordement des matières « co-collectées » soient localisées à un endroit commun afin que le camion puisse décharger son contenu sans faire deux trajets. Cet aspect des collectes, c.-à-d. les distances de transport liées aux emplacements des infrastructures de traitement et de transbordement, n'a cependant pas été évalué dans la présente étude : la multiplication du nombre d'emplacements possibles des lieux de traitement par le nombre d'options de collecte aurait alourdi démesurément l'analyse.

### 7.2.1 Évaluation environnementale

Pour évaluer les impacts environnementaux potentiels associés aux différents modes de collecte, les types de camions utilisés, leur consommation de carburant, leur capacité et leur durée d'opération ont notamment été considérés. Tel que mentionné au chapitre 5, ces informations ont été obtenues d'entreprises de collecte de matières résiduelles.

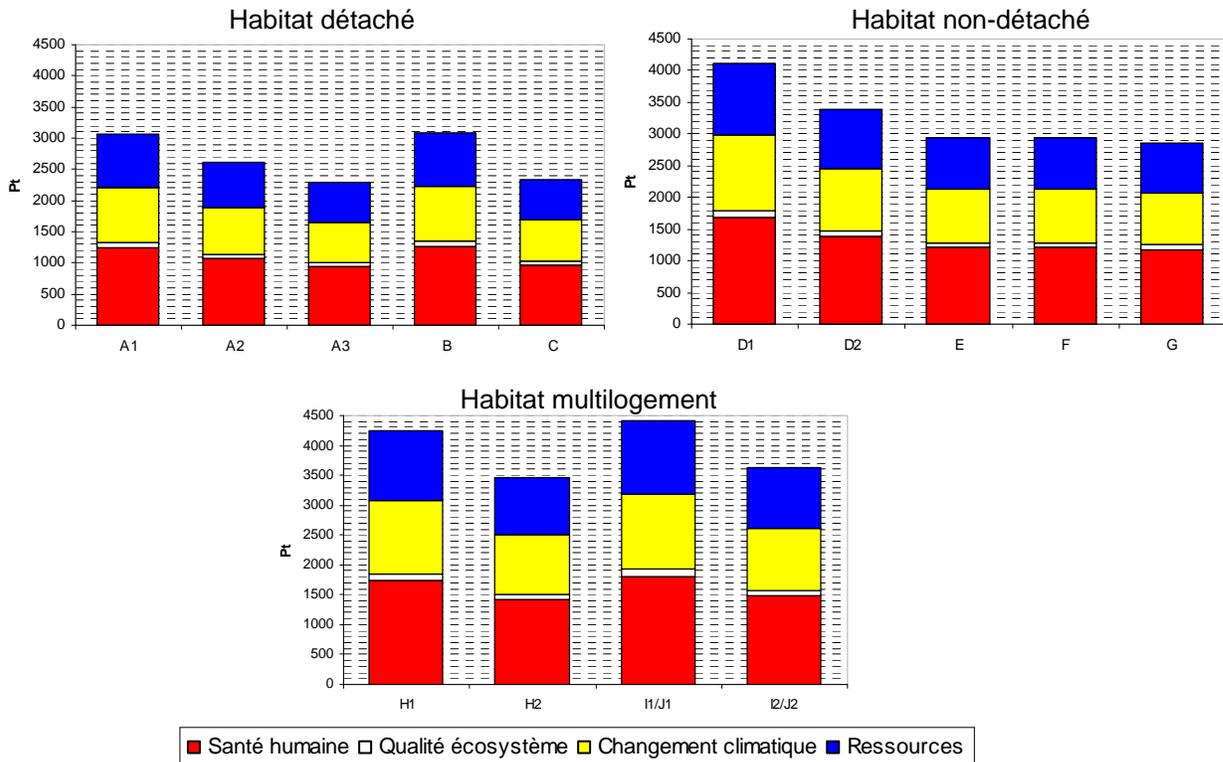
À titre d'exemple, les données employées pour l'option A sont présentées en détail au Tableau 7-3 (l'ensemble des données et leurs sources sont fournis à l'annexe C).

**Tableau 7-3 : Données pour l'évaluation environnementale des modes de collecte – option A**

Donnée	Déchets (RU)	Matières recyclables (MR)			Résidus alimentaires/verts (RA/RV)
		Séparative	Pêle-mêle	Robotisée	
<b>Type collecte</b>	Dédiée (10 roues)	Séparative	Pêle-mêle	Robotisée	Co-collecte
<b>Consommation</b> (litres/heure)	15	14			15
<b>Capacité</b> (tonnes)	9	6,5	7	6,5	9
<b>Productivité</b> (tonnes/heure)	2,5	0,5	0,7	1	2
<b>Nombre de collectes/an</b>	26	26			42
<b>Quantité de matières à collecter</b> (tonnes/an) *	125 650	47 740			97 470
<b>Entretien du véhicule</b>	Régulier	Régulier	Régulier	+ 20%	+ 10%

\* Les quantités de matières à collecter ont été déterminées en considérant la population actualisée en 2018, (1 985 244 résidents) dont 23% occupe des logements détachés et les taux de production spécifiés au Tableau 4-1.

Les résultats comparatifs de la modélisation des options de collecte à l'aide de la méthode d'évaluation des impacts du cycle de vie IMPACT 2002+ sont présentés à la Figure 7-3 (comme précédemment, les résultats sont présentés en « points » (Pt) pour permettre l'agrégation de l'ensemble des impacts environnementaux). Cette comparaison prend en compte la production du diesel consommé, les émissions produites lors de la collecte et du transport de même que l'entretien, l'usure et l'élimination en fin de vie des véhicules et des routes. Le transbordement des matières est exclu.



**Figure 7-3 : Comparaison environnementale des modes de collecte (méthode IMPACT 2002+, score unique).**

Note : se référer au Tableau 7-2 pour la description des options A à J.

Les résultats de la Figure 7-3, qui ont servi à établir les scores environnementaux des options de collectes, permettent d'affirmer que :

- Pour les **habitats détachés** : les options A3 (collecte robotisée des MR aux deux semaines et 42 collectes des RA/RV combinés) et C (co-collecte des RA et MR à chaque semaine et 24 collectes de RV) sont les deux variantes ayant le moins d'impacts environnementaux, car elles diminuent le nombre de voyages effectués et permettent une bonne productivité (en termes de tonnes collectées par heure d'opération du camion).
- Pour les **habitats non-détachés** : l'option D (4 collectes dédiées – RU, MR, RA et RV) est à éviter, surtout lorsque la gestion des matières recyclables se fait en mode séparatif (option D1), car le nombre de voyages de camions est élevé, ce qui augmente la consommation de carburant et les émissions associées. Les options E (co-collecte des RA et MR en mode pêle-mêle ramassés en bacs) et F (co-collecte des RA et MR en mode et séparatif alternant fibres et contenants une semaine sur deux) sont équivalentes, puisque globalement la quantité de matières transportées est la même avec les mêmes types de camions. Enfin, l'option G (co-collecte des RA et MR en mode pêle-mêle ramassés en sacs) est légèrement plus performante que les deux précédentes du fait que les sacs permettent de réduire le temps de collecte de 5% (Communication personnelle, Comm\_E), les travailleurs n'ayant pas à replacer les bacs en bordure de rue.

- Pour les **habitats multilogement** : les options H (1 collecte des RU par semaine) et I/J (2 collectes des RU par semaine) sont assez semblables quant à leurs impacts environnementaux, bien que le fait de collecter les déchets une seule fois par semaine soit légèrement préférable, puisqu'il augmente de 10% la quantité de matières ramassée par heure (Comm\_D). La grande différence entre les options considérées réside cependant dans le mode de gestion des matières recyclables (pêle-mêle vs séparatif).
- La collecte séparative entraîne plus d'impacts que la collecte pêle-mêle des matières recyclables à cause de la différence de productivité (0,5 contre 0,7 tonnes/heures respectivement, Comm\_D) et du fait que les camions à deux sections employés dans la collecte séparative doivent être déchargés avant d'être complètement pleins (une section étant pleine avant l'autre).

### 7.2.2 Évaluation sociale

Pour le premier critère d'évaluation du pôle social, la **facilité d'application** et **l'acceptabilité par les citoyens** ont été évaluées simultanément à l'aide de deux éléments : le nombre de collectes (combien de fois le citoyen doit sortir des matières à la rue, une fois étant le mieux et trois fois étant le pire) et le temps de conservation des différents types de matières (le plus court étant le mieux, surtout pour les matières organiques). Quant au **potentiel d'implication citoyenne et aux incidences sociales**, deux éléments ont servi à leur évaluation : la responsabilisation des citoyens vis-à-vis de leur génération de matières résiduelles (il a été considéré qu'elle augmente quand le nombre de collectes des résidus ultimes diminue) et la création de nouvelles habiletés, amenée par l'implantation de la collecte sélective des matières organiques. Le nombre d'emplois créés ou perdu n'a pas été considéré, puisqu'il s'agit de choix de gouvernance difficiles à évaluer de manière prospective. Pour le critère S1, les options B et C sont les plus intéressantes pour les zones détachées, alors qu'aucune des options de collecte retenues pour les zones non détachées et pour les zones multilogements ne se distingue sur ce critère.

Le second critère social, touchant **la santé et la sécurité des travailleurs** (SST), est difficilement évaluable pour les options de collectes retenues puisque les risques aux travailleurs diffèrent non pas selon la fréquence des collectes mais selon les types de camions utilisés. Or, différentes combinaisons de camions peuvent être employées selon les options de collecte envisagées. Lors de l'enquête effectuée auprès des transporteurs, les informations suivantes ont été obtenues :

- Les camions à chargement latéral (où le conducteur est debout à droite et doit sortir du camion pour ramasser les matières recyclables) sont moins sécuritaires dans les zones densément peuplées : l'employé, en changeant de tâche, perd de vue les mouvements environnants (enfants qui jouent...) ce qui augmente le risque d'accident (Comm\_A). Sur cet aspect, les camions à chargement arrière seraient préférables.
- Les camions robotisés réduisent de 90% les risques d'accidents de travail (Comm\_E). En effet, les activités étant mécanisées, l'employé ne sort presque pas de sa cabine de commande, minimisant les risques de blessures.

À partir de ces informations, l'option A3 (employant un camion robotisé pour la collecte des matières recyclables) s'est vu attribuer la meilleure note quant aux risques à la SST et toutes les autres options ont été jugées équivalentes. Les **risques technologiques** (incendie, accident routier, etc.) ont aussi été considérés similaires pour tous les modes de collecte.

Enfin, le critère relatif à la **santé et à la qualité de vie** des citoyens a été jugé non discriminant. Toutes les options se sont vu attribuer le même score, équivalent à un impact « faible ».

### 7.2.3 Évaluation technico-économique

D'après l'étude réalisée pour la CMM en mai 2007, les coûts de collecte des différents types de matières sont les suivants :

**Tableau 7-4 : Coûts annuels de collecte**

Matières collectées	Collectes dédiées	Co-collecte (3 fractions)
Matières recyclables	26 \$/unité d'occupation	104 \$/unité d'occupation (inclut la collecte saisonnière séparée des RV)
Matières organiques (MO)	55 \$/unité d'occupation	
Résidus ultimes (RU)	45 \$/unité d'occupation	
Résidus mixtes (RU+MO)	64 \$/unité d'occupation	--

Tiré du rapport de SNC et Solinov (2007)

Or, dans le cas présent, toutes les unités d'habitation ne présentent pas les mêmes caractéristiques, puisque les résidents des zones détachées ne produisent pas les mêmes quantités de matières résiduelles que les résidents en zones multilogements. Le **bilan économique** des modes de collecte n'a donc pas été effectué, par manque de données économiques québécoises suffisamment désagrégées pour permettre une comparaison rigoureuse des options étudiées.

En ce qui a trait aux **aspects techniques**, seule la complexité des infrastructures de traitement ou transbordement a été prise en considération. Ainsi, les co-collecte nécessitant que plusieurs installations soient implantées dans un lieu commun ont été considérées plus difficiles à instaurer et leur score a été diminué en conséquence. Sur ce critère, les options B et C des zones détachées sont défavorisées, de même que les options E, F et G des zones non détachées.

### 7.2.4 Analyse comparative

Le Tableau 7-5 présente les scores des options de collecte détaillés par critères d'évaluation. Dans ce cas, il n'a pas été jugé utile d'illustrer les résultats sous forme de graphiques radars en incluant les pondérations des partenaires et des élus, puisque les scores des critères au sein d'un même pôle sont très similaires (dans ce cas, la pondération n'a pas d'influence). Puisque l'analyse a déjà été présentée en détail aux paragraphes précédents, elle ne sera pas reprise ici.

Tableau 7-5 : Comparaison des options de collecte

		Zone détachée					Zone non détachée					Zone multilogements			
		A1	A2	A3	B	C	D1	D2	E	F	G	H1	H2	I1/J1	I2/J2
Critère		Score													
<b>E1</b>	Utilisation des ressources	73%	88%	<b>100%</b>	72%	98%	35%	61%	77%	77%	<b>80%</b>	31%	59%	25%	<b>61%</b>
<b>E2</b>	Gestion des rejets	73%	88%	<b>100%</b>	72%	98%	35%	61%	77%	77%	<b>80%</b>	31%	59%	25%	<b>61%</b>
<b>S1</b>	Acceptabilité/ Incidences sociales	72%	72%	72%	<b>88%</b>	<b>88%</b>	81%	81%	84%	81%	84%	78%	72%	72%	72%
<b>S2</b>	SST/ Risques technologiques	75%	75%	<b>88%</b>	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%
<b>S3</b>	Santé/ Qualité de vie	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%
<b>T1</b>	Bilan économique (par an)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
<b>T2</b>	Aspects techniques	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	50%	63%	<b>100%</b>	<b>100%</b>	63%	63%	63%	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

Notes : Pour chaque type d'habitations, les meilleurs scores sont indiqués en caractères gras dans des cases foncées.

Les options qui semblent intéressantes (parce qu'elles présentent moins de 10% d'écart avec le meilleur score ou possèdent un score supérieur à 80%) ont été identifiées par des cases colorées plus claires.

## 8. GESTION DES MATIÈRES RECYCLABLES

Il existe deux modes de gestion des matières recyclables issues de la collecte sélective : séparatif ou pêle-mêle. Dans le premier, les citoyens sont appelés à séparer les fibres (carton et papier) des contenants (verre, plastique et métal) dans des bacs comportant un séparateur ou des sacs distincts. Lors de la collecte, un camion à deux compartiments est utilisé et les employés doivent placer les fibres dans une section du camion et les contenants dans l'autre. Arrivées au centre de tri, chaque fraction est traitée sur une ligne distincte.

Dans le mode pêle-mêle, les citoyens peuvent mettre les fibres et contenants dans un même bac ou sac. Un camion à benne unique sert à la collecte et les matières ne sont triées qu'au centre de tri, grâce à des séparateurs et équipements mécanisés divers.

Pour la gestion des matières recyclables, l'analyse par l'approche matricielle n'a pas pu être réalisée, par manque de données permettant de distinguer les options selon les critères d'évaluation retenus. Cependant, afin d'évaluer lequel des deux modes de gestion est préférable, une enquête a été effectuée auprès de transporteurs, opérateur de centre de tri et fabricant d'équipements spécialisés. Les informations recueillies sur les approches de collecte et de tri des matières recyclables sont présentées dans le présent chapitre.

### 8.1 Collecte séparative vs pêle-mêle

La collecte en **mode séparatif** requiert des camions spécialisés, présentant deux compartiments distincts. Elle exige de plus un tri manuel des matières en bordure de rue par les employés, qui s'effectue dans des conditions météorologiques parfois difficiles. La collecte robotisée (applicables aux bacs de 360 litres à deux sections) élimine cette difficulté, mais ne s'applique qu'à certains types de bâti urbain. Enfin, il arrive qu'une des moitiés du camion soit pleine avant l'autre, ce qui oblige le camionneur à aller décharger son contenu avant qu'il ne soit entièrement plein. Selon le lieu de déchargement, ceci peut présenter une augmentation des distances parcourues.

Au contraire, la collecte en **mode pêle-mêle** peut se faire dans un camion standard à benne unique. Cette standardisation des équipements utilisés pour les différentes collectes présente plusieurs avantages pour les entreprises de transport : elle permet l'achat d'un moins grand nombre de véhicules; réduit la complexité des horaires de collectes, facilite l'amortissement du coût d'achat des camions (puisque'ils sont utilisés plus intensivement), permet d'uniformiser la formation des mécaniciens et fait en sorte que les employés sont généralement plus efficace lors des collectes puisqu'ils effectuent toujours la même tâche, peu importe la matière collectée. Éventuellement, ces avantages pour les entrepreneurs risquent de transparaître sur les coûts de collecte.

## 8.2 Centre de tri séparatif vs pêle-mêle

Le centre de tri est le lieu où les matières recyclables issues de la collecte sélective sont séparées et préparées pour être envoyées aux recycleurs.

Un centre de tri séparatif comprend deux aires de réception : la première pour décharger les fibres et la seconde pour les contenants. Historiquement, les matières étaient envoyées sur des convoyeurs et les deux lignes de tri faisaient l'objet d'une séparation manuelle par des employés. Certains équipements simples, tels que des aimants pour la séparation des métaux, pouvaient assister les ouvriers dans leur travail. Quant aux centres de tri pêle-mêle (aussi appelés « monoflux »), ils ont la réputation de recourir à beaucoup plus d'équipements (séparateurs divers) pour effectuer leur travail. Or, il semble que la tendance générale est à la mécanisation des opérations de tri et ce, peu importe le type de matières gérées (Comm\_C). Ainsi, pour un investissement donné, un centre de tri moderne pourrait avoir approximativement les mêmes équipements, qu'il fonctionne en mode pêle-mêle ou séparatif. Théoriquement, dans le mode séparatif les deux lignes de tri gèrent des matières différentes (fibres d'un côté et contenants de l'autre). Cependant, la réalité est autre, puisque chaque ligne est plus ou moins « contaminée » par des matières appartenant à l'autre catégorie (Comm\_C). En effet, comme les citoyens n'effectuent pas le tri à la source de manière parfaite et qu'un certain mélange a lieu lors de la collecte, les centres de tri séparatifs se retrouvent souvent à traiter deux lignes pêle-mêle. D'après l'expérience des entrepreneurs en collecte sélective consultés, les citoyens de certains secteurs de l'île font un excellent travail de tri à la source, ce qui permettrait de procéder par mode séparatif dans certains secteurs et de manière pêle-mêle dans d'autres. Cette option a cependant pour implication d'avoir des centres de tri des deux types.

Il n'est donc pas possible de distinguer les centres de tri en fonction de la quantité d'équipements requis.

Le Tableau 8-1 résume les conclusions tirées de la comparaison des deux modes de gestion des matières recyclables. Il en ressort que, de manière générale, la gestion pêle-mêle est préférable, puisqu'elle facilite la tâche des citoyens, augmente le rendement des collectes et ne modifie pas de manière significative les taux de rejet des centres de tri (dans la mesure où ils sont mécanisés de la même manière). La qualité de la matière envoyée aux recycleurs n'a pas été étudiée dans le détail, mais il semble que celle des matières issues des centres de tri pêle-mêle soit en voie d'amélioration.

**Tableau 8-1 : Comparaison générale des modes de gestion des matières recyclables**

Mode séparatif	Mode pêle-mêle
<b>Collecte</b>	
Camions spécialisés, à 2 sections	Camions-tasseur standard : facilité d'entretien, simplification des horaires de collecte
Collecte plus longue : tri manuel en bordure de rue	Meilleure participation potentielle des citoyens à la collecte
Déchargements plus fréquents (dès qu'une des sections du camion est pleine)	
<b>Centre de récupération et de tri</b>	
Équipements et mécanisation semblables dans les centres de tri modernes	
Taux de rejet : 7-8 %	
<b>Recycleurs</b>	
Meilleure qualité potentielle de matières à recycler	Qualité des matières en voie d'amélioration

## 9. GESTION DES MATIÈRES ORGANIQUES

Les matières organiques comprennent les résidus alimentaires (RA) et les résidus verts (RV) (retailles de jardinage, feuilles mortes, etc.). Parmi les options de gestion considérées par la Ville de Montréal, seules les matières organiques (MO) issues des habitations de 8 logements et moins feront l'objet d'une collecte à trois voies (voir les « Options de collecte », section 7.2). En conséquence, les options de traitement considérées dans le présent chapitre ne s'appliquent pas aux matières organiques produites par les résidents des multilogements (9 et plus).

En 2018, selon la population actualisée et en considérant un taux de récupération de 60% des résidus organique, il est prévu qu'environ 190 000 tonnes de matières organiques devront être traitées annuellement. Toutes les options présentées plus bas ont été comparées sur cette base.

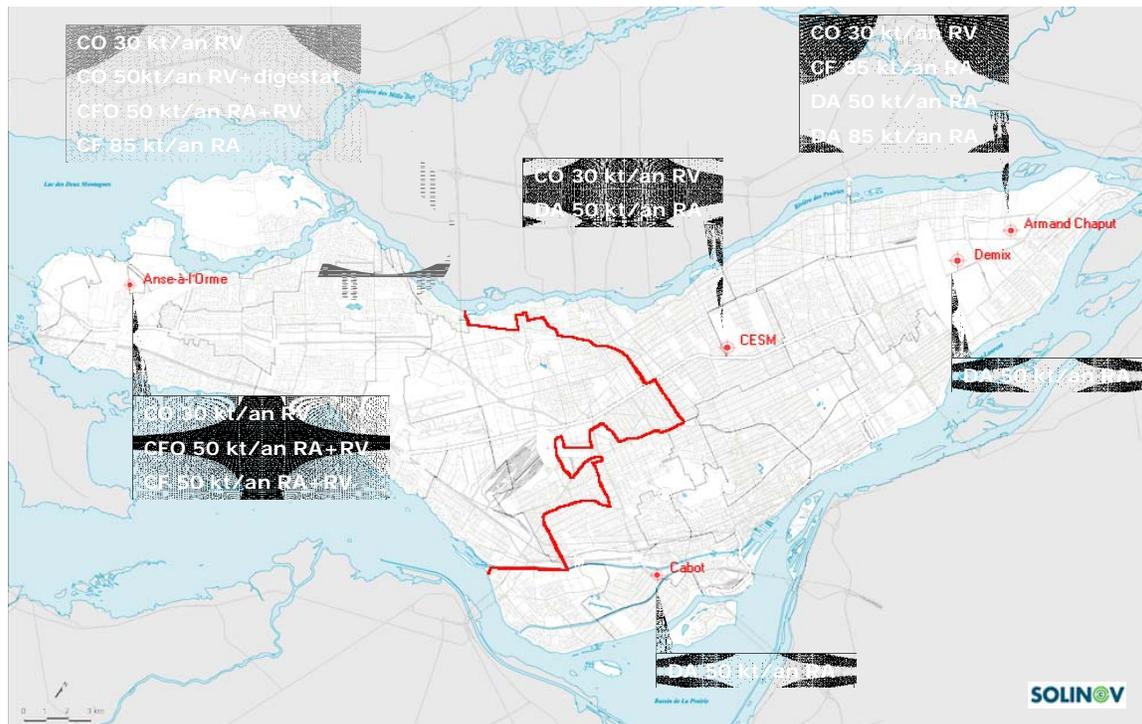
### 9.1 Technologies de traitement

Quatre approches technologiques visant le traitement des matières organiques des habitations de 8 logements et moins ont été soumises à l'analyse :

- Le centre de **compostage en andains sur aire ouverte** (CO) : pour le traitement des résidus verts. La technologie permet une collecte en sacs de plastique;
- Le centre de **compostage fermé** (CF) : système de compostage en silo-couloirs, conteneurs ou tunnels et maturation dans un bâtiment en piles statiques. Comprend le captage et le traitement de l'air du procédé par biofiltration. S'applique au traitement des résidus alimentaires et des résidus verts combinés, collectés avec ou sans sacs de plastique (en bacs roulants) dépendant des installations proposées;
- Le centre de **compostage semi-fermé** (CFO) : compostage en andains recouvert d'une toile imperméable. Pour le traitement des résidus alimentaires et des résidus verts combinés, collectés avec ou sans sacs de plastique (en bacs roulants) dépendant des installations proposées.
- Le centre de **digestion anaérobie** (DA) : Procédé humide de digestion anaérobie, avec déshydratation des résidus digérés et maturation aérobie sur place du digestat dans un système de compostage fermé adjacent. Comprend le captage et le traitement de l'air du procédé par biofiltration. S'applique aux résidus alimentaires seulement et la technologie permet une collecte en sacs de plastique.

La description détaillée des technologies n'est pas l'objet de la présente étude. Aussi, le lecteur intéressé à en connaître plus sur les options évaluées est invité à consulter les rapports de la firme Solinov inc. réalisés pour le compte de la Ville de Montréal (Solinov, 2007a, 2007b).

En fonction des particularités de chaque technologie (matières traitées, capacités, espace de terrain requis), la firme Solinov a élaboré différentes options de traitement des matières organiques à partir de 10 installations de traitement applicables à la situation de Montréal. Ces installations, illustrées à la Figure 9-1, sont détaillées au Tableau 9-1. Les options combinant les installations sont présentées à la section suivante.



**Figure 9-1 : Localisation des installations de traitement des matières organiques sur l'île et hors de l'île de Montréal.**

(Image fournie par Solinov).

La dernière colonne du Tableau 9-1 indique le numéro de l'installation auquel il est fait référence dans la description des options (section 9.2); celles identifiées d'un « H » (pour « Hors de l'île ») devront être implantées à l'extérieur de l'île de Montréal alors que les autres pourront être situées sur l'île, aux sites indiqués.

**Tableau 9-1 : Installations de traitement des matières organiques**  
(fourni par Solinov)

Approche technologique		Capacité	Matières traitées*		Site(s)	No	
CO	Centre de compostage en andains sur aire ouverte	30 000 t/an	RV(s)	avec plastique	Anse-à-l'Orme CESM Armand Chaput	#1	
					Hors-île	#1H	
CO	Centre de compostage en andains sur aire ouverte	30 000 t/an 20 000 t/an	RV(s) digestat	avec plastique	Hors-île	#2H	
CFO	Centre de compostage fermé jumelé à une installation de compostage en andains sur aire ouverte	30 000 t/an 20 000 t/an	RA(s) RV(s)	avec plastique avec plastique	Hors-île	#3H	
		50 000 t/an	RA + RV	<b>sans</b> plastique	Hors-île	#4H	
CF	Centre de compostage fermé	50 000 t/an	RA + RV	<b>sans</b> plastique	Anse-à-l'Orme	#5	
CF	Centre de compostage fermé	85 000 t/an	RA(s)	avec plastique	Armand Chaput	#6	
					Hors-île	#6H	
DA	Centre de digestion anaérobie (liquide)	<b>avec</b> post-compostage fermé	50 000 t/an	RA(s)	avec plastique	CESM Armand Chaput	#7
		<b>sans</b> post-compostage fermé	50 000 t/an	RA(s)	avec plastique	Demix Cabot	#8
		<b>avec</b> post-compostage fermé pour une quantité <b>double</b> de digestat	50 000 t/an	RA(s)	avec plastique	Armand Chaput	#9
DA	Centre de digestion anaérobie (liquide) avec post-compostage fermé	85 000 t/an	RA(s)	avec plastique	Armand Chaput	#10	

\* (s) signifie que les résidus sont collectés séparément.

En plus de ces 10 options, deux autres installations combinées sont possibles :

- **Installations #1+7** : Centre de compostage en andains sur aire ouverte (30 000 t/an de RV) sur le même site qu'un centre de digestion anaérobie (50 000 t/an de RA) avec post-compostage en système fermé.
- **Installations #1+10** : Centre de compostage en andains sur aire ouverte (30 000 t/an de RV) sur le même site qu'un centre de digestion anaérobie (85 000 t/an de RA) avec post-compostage en système fermé.

## 9.2 Description des options de gestion de MO

En tout, neuf options de traitement des matières organiques (MO), élaborées par Solinov (2007b) selon le type d'autonomie, ont été évaluées :

- **une** pour laquelle toutes les activités sont faites à l'extérieur de l'île (nommé « **zéro autonomie** » en faisant référence à l'autonomie régionale préconisée dans la PQGMR;
- **six** pour lesquelles les matières organiques sont en partie traitées sur l'île (nommés « **autonomie partielle** ») et
- **deux** pour lesquelles toutes les opérations de traitement ont lieu sur l'île de Montréal (nommés « **autonomie complète** »).

Chacun de ces options doit traiter 190 000 tonnes de matières organiques annuellement. Or, comme les options soumises à l'analyse comportaient des capacités de traitement variables, il a été considéré que toutes n'étaient pas employées à leur pleine capacité (Tableau 9-2). Cette méthode permet une comparaison équitable des options.

**Tableau 9-2 : Options de gestion des matières organiques**

Options de traitement des MO		Capacité de traitement (tonnes/an)	% d'utilisation selon leur capacité *
<b>ZÉRO AUTONOMIE</b>			
1-MO	1x #4H**, 3x #3H	200 000	95 %
<b>AUTONOMIE PARTIELLE</b>			
2A-MO	1x #1H, 1x #6H, 1x #1, 1x #5	195 000	97,4 %
2B.1-MO	2x #1H, 1x #1+7, 1x #7	190 000	100 %
2B.2-MO	2x #2H (60 000 t RV), 1x #1, 2x #8	190 000	100 %
2B.3-MO	2x #1H, 1x #1, 1x #8, 1x #9	190 000	100 %
2C-MO	1x #1H, 1x #4H, 1x #1, 1x #6	195 000	97,4 %
2D-MO	1x #1H, 1x #1, 1x #5, 1x #10	195 000	97,4 %
<b>AUTONOMIE COMPLÈTE</b>			
3A-MO	1x #1, 2x #1+7	190 000	100 %
3B-MO	1x #1, 1x #5, 1x #1+10	195 000	97,4 %

\* En considérant une quantité de matières organiques à traiter en 2018 d'environ 190 000 tonnes/an.

\*\* Les numéros précédés du signe # font référence aux installations décrites au Tableau 9-1.

Les neuf figures qui suivent illustrent sous forme de schéma de flux les options comparées. Lorsque les flux de résidus alimentaires (RA) ou de résidus verts (RV) comprennent un (s), c'est que la collecte de ce type de résidu doit être faite de manière séparée. Lorsque des lieux d'implantations spécifiques ont été prévus, ils sont indiqués.

Pour les installations situées à l'extérieur de l'île de Montréal, il a été supposé que les matières organiques devaient parcourir une distance régionale, fixée à 55 km. De même, les refus de traitement produits hors-île parcourent une distance régionale pour se rendre à l'enfouissement. Par contre, lorsque les installations sont situées sur l'île, il a été supposé que la moitié des matières y sont amenées directement par les camions de collecte, alors que l'autre moitié doit transiter par un poste de transbordement pour être ensuite transportée par camion semi-remorque (28 t) sur une distance locale de 20 km.

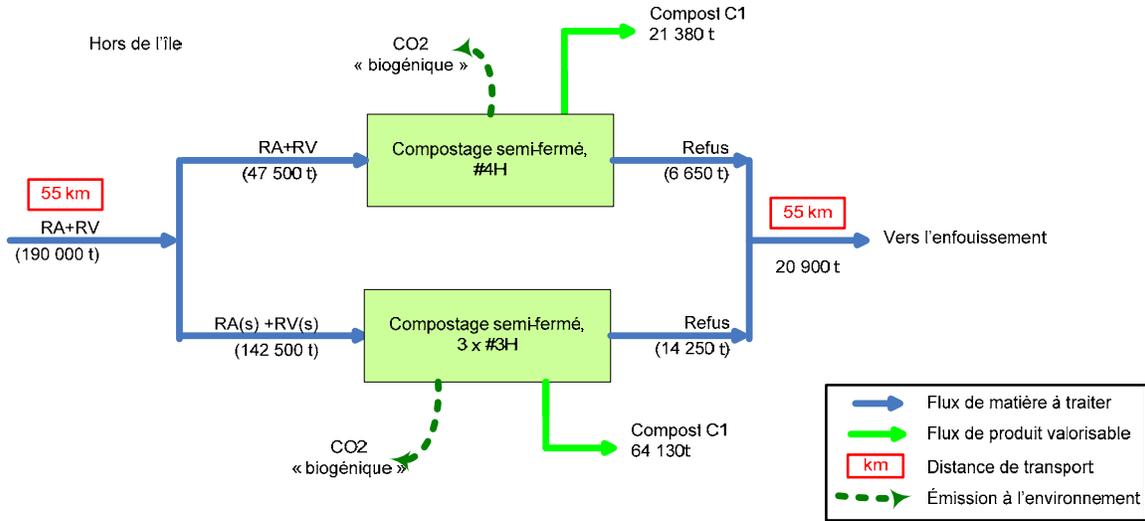


Figure 9-2 : Option 1-MO – Zéro autonomie.

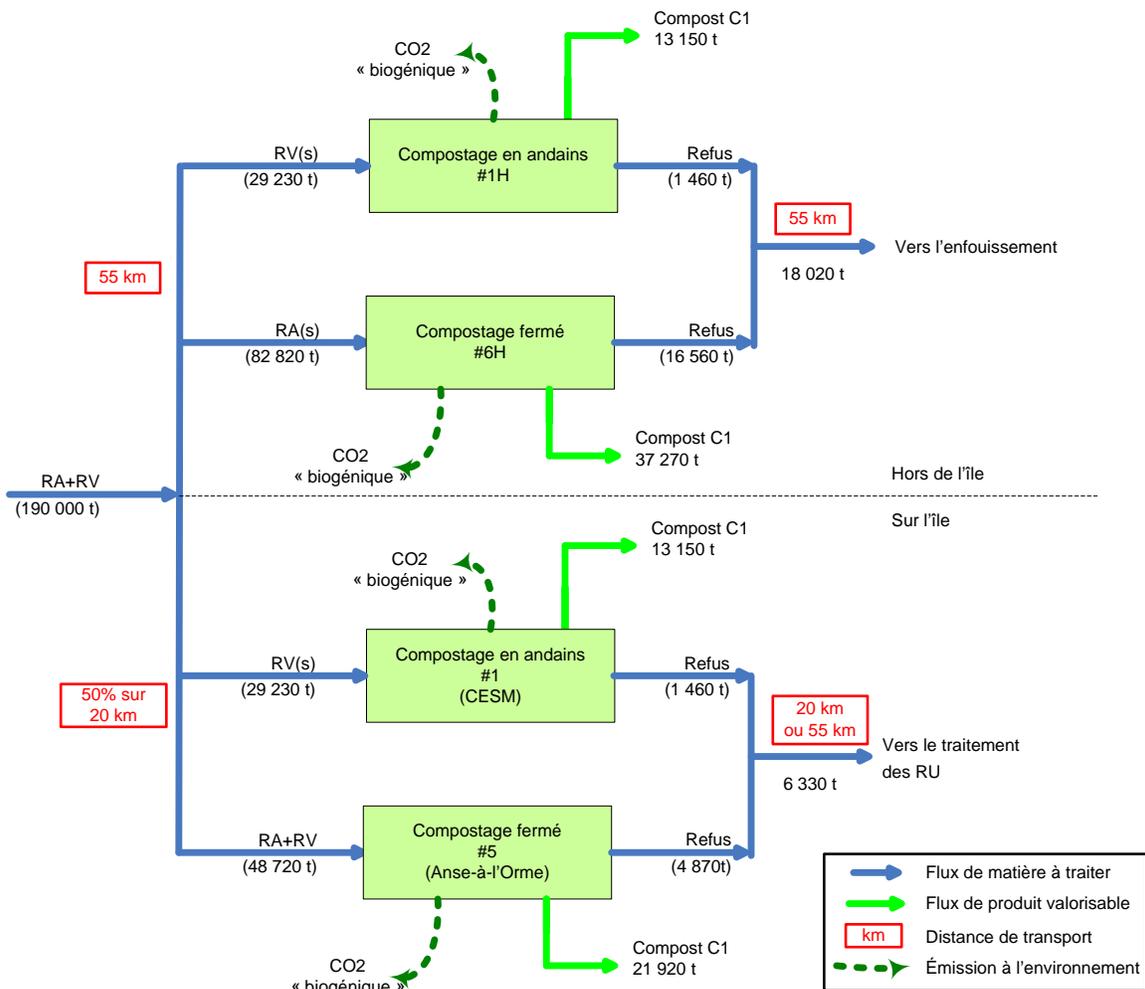


Figure 9-3 : Option 2A-MO – Autonomie partielle.

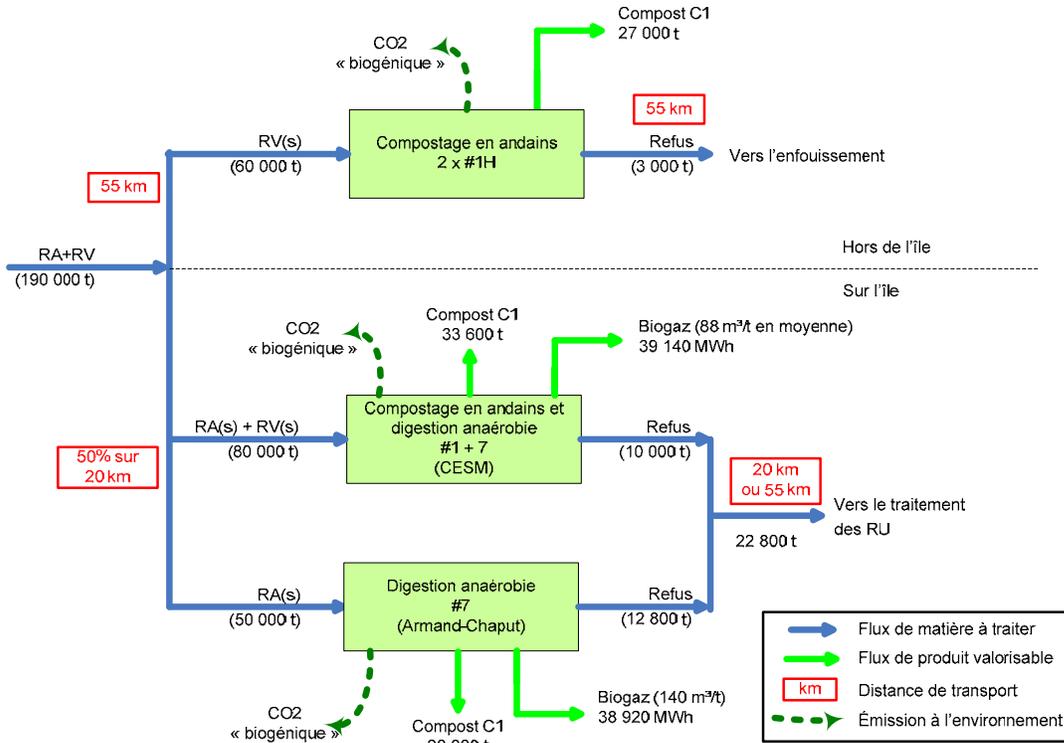


Figure 9-4 : Option 2B.1-MO – Autonomie partielle.

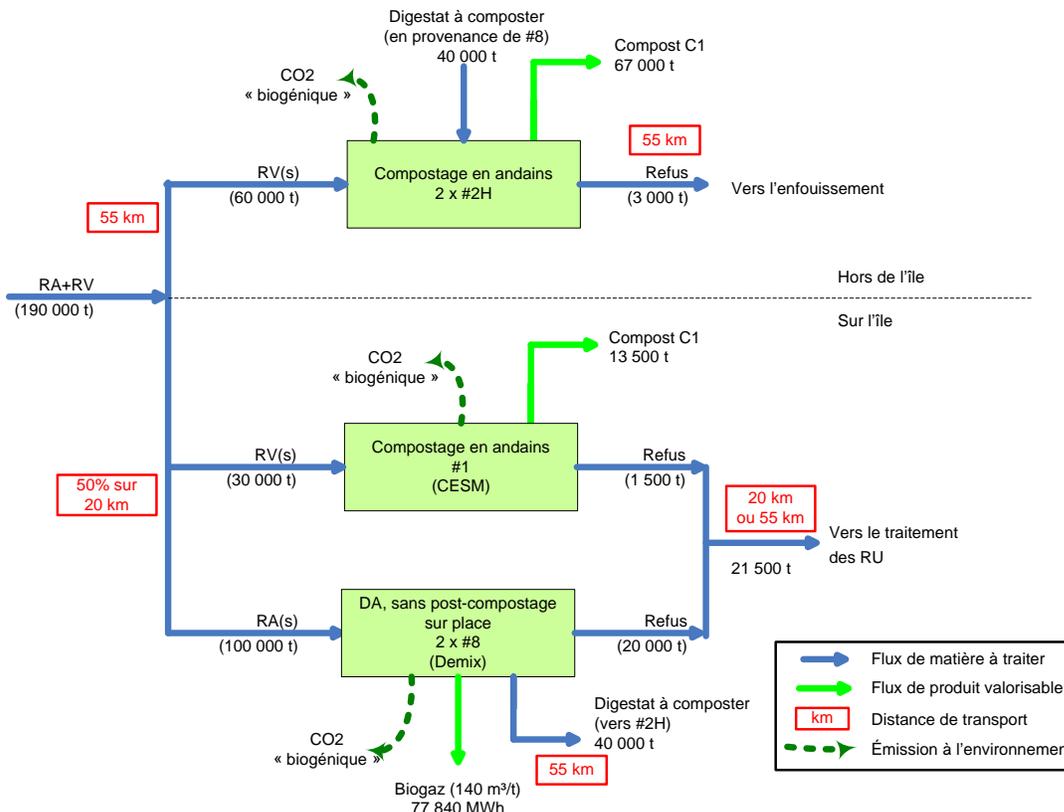


Figure 9-5 : Option 2B.2-MO – Autonomie partielle.

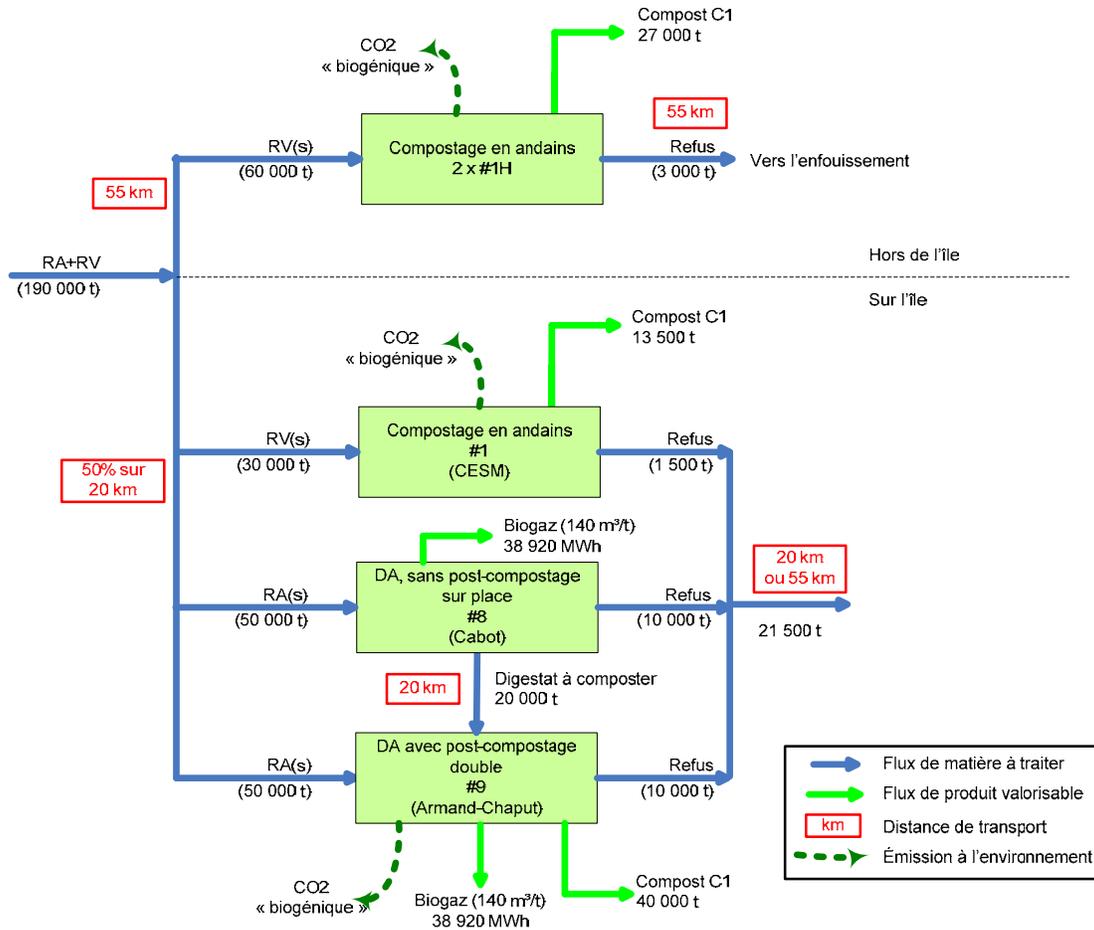


Figure 9-6 : Option 2B.3-MO – Autonomie partielle.

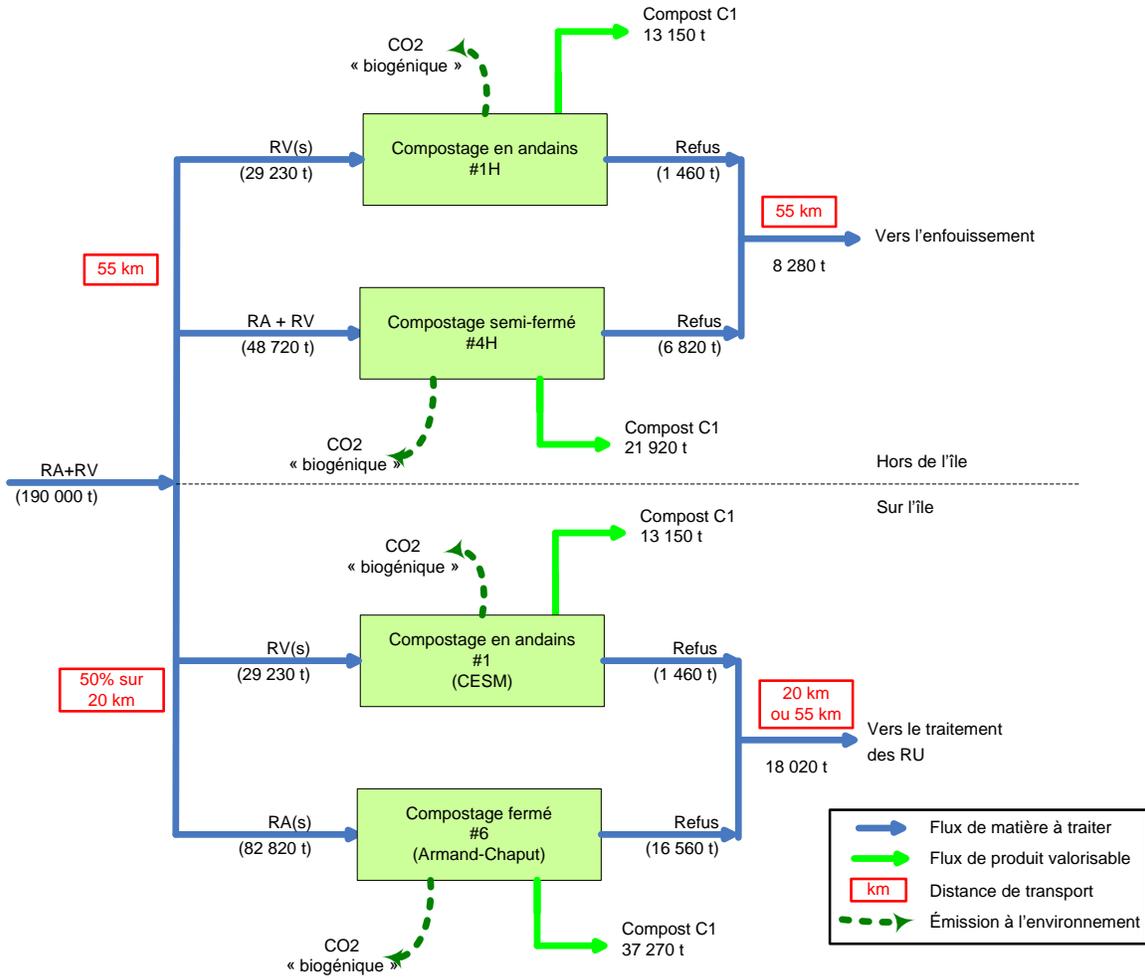


Figure 9-7 : Option 2C-MO – Autonomie partielle.

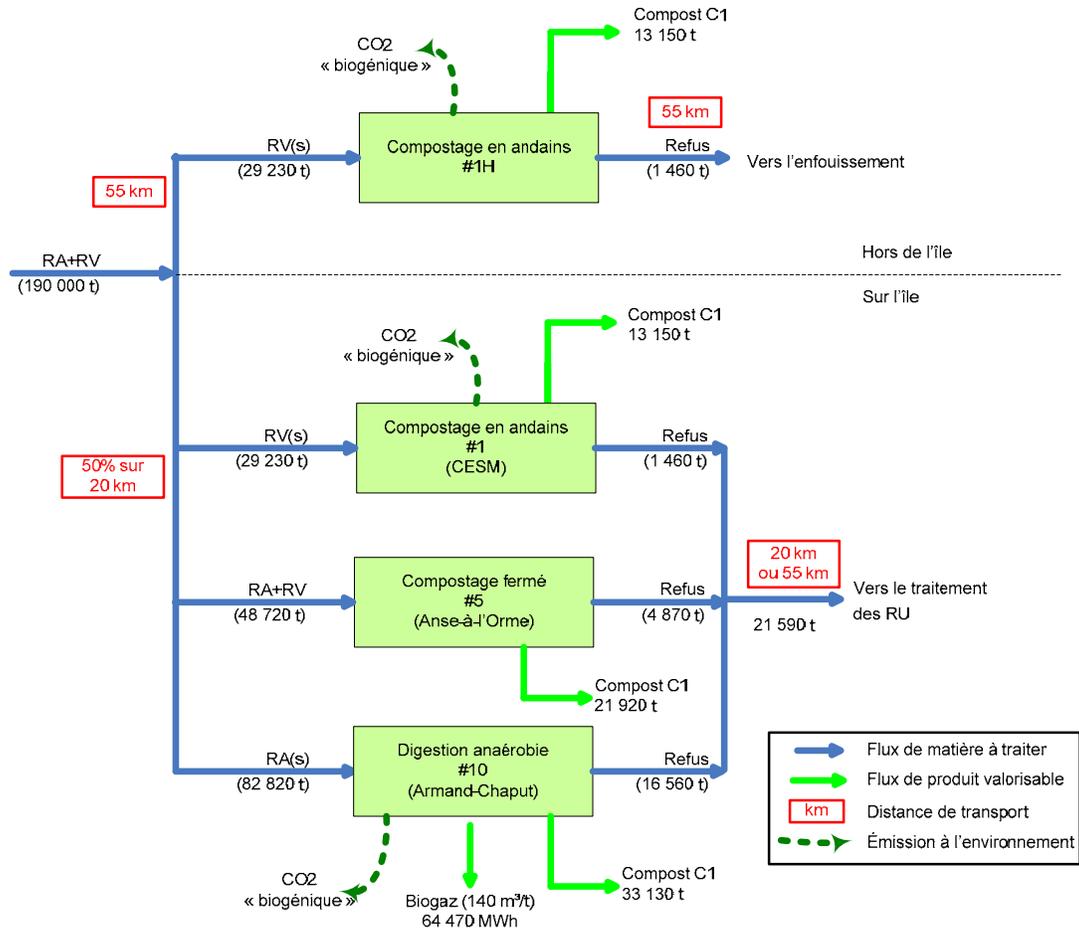


Figure 9-8 : Option 2D-MO – Autonomie partielle.

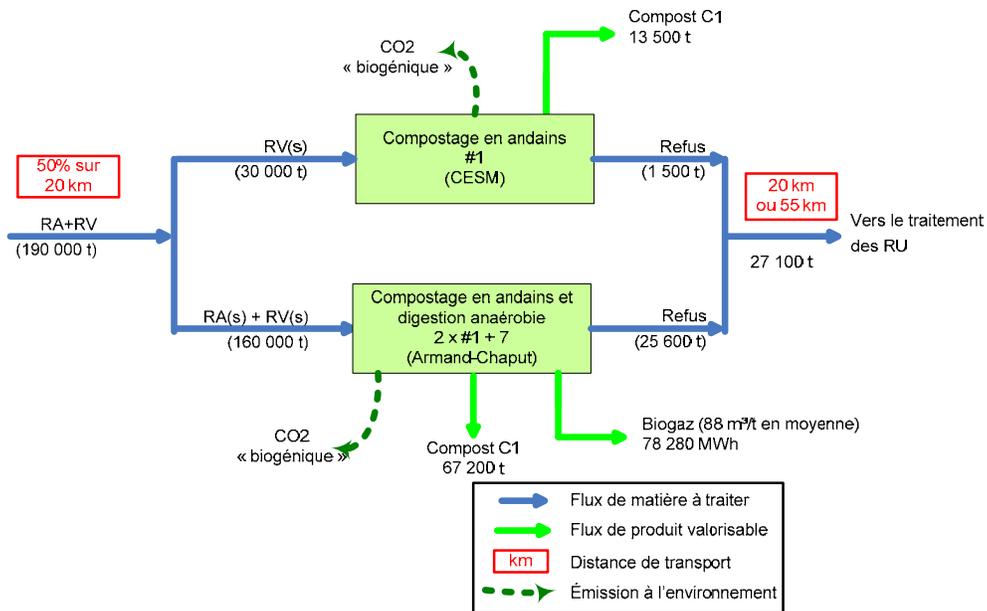


Figure 9-9 : Option 3A-MO – Autonomie complète.

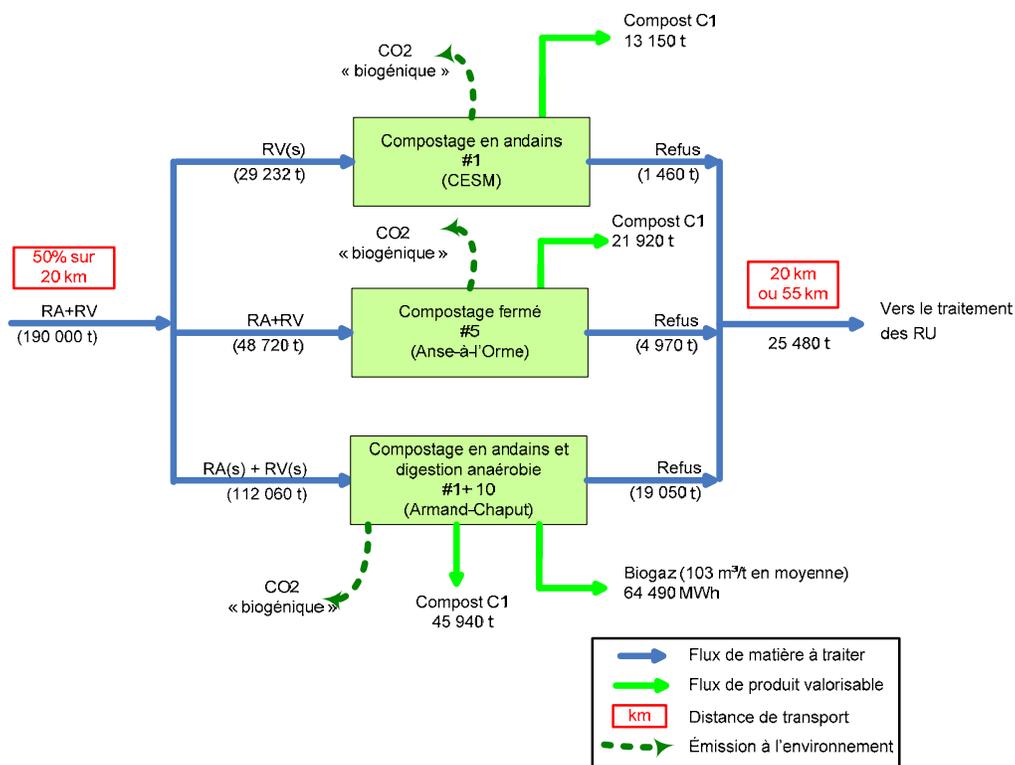


Figure 9-10 : Option 3B-MO – Autonomie complète.

### 9.3 Analyse comparative des options de gestion de MO

Dans un premier temps, la modélisation environnementale des options de gestion applicables aux MO a été effectuée à l'aide de la méthode d'évaluation des impacts du cycle de vie IMPACT 2002+ (les résultats bruts sont présentés à l'annexe F). Cette modélisation comprend la construction et l'opération des installations de traitement, les différents transports ainsi que des crédits pour la production évitée d'énergie (remplacée par du biogaz) ou de fertilisants chimiques (remplacés par du compost). La fin de vie des infrastructures a été négligée.

À partir de cette modélisation et des informations de nature socio-économiques collectées (voir l'annexe D), la méthode d'évaluation simplifiée a été appliquée. Les résultats obtenus pour chacune des neuf options, désagrégés selon les critères d'évaluation retenus, sont présentés au Tableau 9-3. Les résultats pondérés par pôle du développement durable sont présentés au paragraphe 9.3.4.

**Tableau 9-3 : Comparaison des options de traitement des matières organiques par critères**

	Critère	Zéro autonomie 1-MO	Autonomie partielle						Autonomie complète	
			2A-MO	2B.1-MO	2B.2-MO	2B.3-MO	2C-MO	2D-MO	3A-MO	3B-MO
<b>E1</b>	Utilisation des ressources	25%	35%	83%	63%	84%	53%	82%	100%	91%
<b>E2</b>	Gestion des rejets	25%	26%	98%	96%	98%	28%	86%	100%	87%
<b>S1</b>	Acceptabilité/ Incidences sociales	81%	80%	81%	<b>82%</b>	<b>82%</b>	80%	80%	79%	77%
<b>S2</b>	SST/ Risques technologiques	<b>85%</b>	84%	81%	82%	82%	84%	82%	80%	81%
<b>S3</b>	Santé/ Qualité de vie	59%	65%	<b>70%</b>	66%	69%	63%	65%	68%	61%
<b>T1</b>	Bilan économique moyen (\$/t)	<b>60\$</b>	78\$	77\$	78\$	76\$	68\$	73\$	75\$	72\$
	Traitement (\$/tonne)	<b>53\$</b>	73\$	85\$	85\$	84\$	64\$	80\$	85\$	80\$
	Transport (\$/tonne)	<b>7\$</b>	5\$	3\$	4\$	3\$	4\$	2\$	1\$	1\$
	Vente de biogaz (\$/tonne)	--	--	-11\$	-11\$	-11\$	--	-9\$	-11\$	-9\$
<b>T2</b>	Aspects techniques	89%	89%	74%	82%	78%	<b>90%</b>	78%	70%	75%

Notes : les meilleurs scores sont indiqués en caractères gras dans des cases foncées.

Les options qui semblent intéressantes (parce qu'elles présentent moins de 10% d'écart avec le meilleur score ou possèdent un score supérieur à 80%) ont été identifiées par des cases colorées plus claires.

### 9.3.1 Aspects environnementaux

La comparaison des options sur la base des critères environnementaux présente des constatations intéressantes : sur le plan de l'**utilisation des ressources**, l'option « zéro autonomie » est celle qui performe le moins bien, puisqu'elle implique beaucoup de transports (les MO devant parcourir une distance moyenne de 55 km avant de se faire traiter, ce qui nécessite une consommation de carburant en conséquence). De plus, cette option est composée de centres de compostage semi-fermés qui produisent du compost, mais aucun biogaz. Au contraire, les deux options d'« autonomie complète » sont les plus intéressantes du fait que le transport est réduit à son minimum (une distance de 20 km a été posée pour les transports locaux) et qu'elles comportent toutes les deux des installations de digestion anaérobie. L'avantage provenant de la production de biogaz est non négligeable puisqu'une fois vendu, il remplace du gaz naturel qui serait autrement consommé par les utilisateurs. C'est cette économie de la ressource de gaz naturel (l'équivalent de 84,8 m<sup>3</sup> de gaz naturel évité par tonne de matière traitée) qui prédomine le bilan des ressources. Quant aux options d'« autonomie partielle », les options 2B.1 et 2B.3 sont favorisées du fait qu'une quantité limitée de MO (des RV uniquement) sont envoyées à l'extérieur de l'île (60 000 t/an sur 190 000 t au total) et que des installations de digestion anaérobie assurent une production de biogaz à partir de RA.

La mise en œuvre des infrastructures et des équipements fixes des technologies comparées peut aussi présenter une consommation de ressources importante. En effet, les installations requises dans une usine de digestion anaérobie impliquent des masses importantes de matériaux alors que le compostage en andains sur aire ouverte requière des installations minimales. Cependant, lorsque la durée de vie et la capacité de traitement sont prises en compte, les équipements et infrastructures deviennent négligeables devant la consommation d'énergie fossile et la production de combustibles de remplacement.

En ce qui a trait à la **gestion des rejets**, qui comprend les diverses émissions à l'environnement et leurs impacts sur la santé humaine, la qualité des écosystèmes et le réchauffement climatique, les résultats sont assez similaires à ceux du critère E1. En effet, plus les transports sont nombreux, plus les émissions atmosphériques reliées à la combustion de diesel sont importantes. De même, il a été considéré que la production de biogaz évite que ne soit produit du gaz naturel d'autres sources. Or, l'extraction et le traitement du gaz naturel implique d'importants rejets à l'environnement. C'est donc encore une fois le crédit environnemental relié à la production évitée de gaz naturel qui prédomine.

Globalement, ce sont donc les options d'« autonomie complète » qui sont préférables selon les critères environnementaux. Plus particulièrement, l'option 3A, regroupant les installations de compostage en andains sur aire ouverte (#1) et la combinaison de compostage et de digestion anaérobie (#1+7) sur un même site, remporte l'évaluation.

### Étude de sensibilité

Pour établir les scores présentés au Tableau 7-1, il a été posé que tous les refus de traitement produits par des installations sur l'île de Montréal sont envoyés à des installations de traitement des résidus ultimes aussi situées sur l'île (à 20 km), alors que les refus générés en dehors de l'île doivent parcourir 55 km pour arriver au traitement final. Or, selon l'option de gestion des résidus ultimes sélectionnée (voir chapitre 10), il serait aussi possible que les refus de traitement des MO produites sur l'île doivent être transportés à l'extérieur de l'île. Afin de vérifier l'importance de cette hypothèse, une étude de sensibilité a été effectuée. Il en résulte que, pour une option donnée, la différence de consommation de carburant pour transporter les refus de traitement vers le lieu d'élimination définitive a un impact très important sur les ressources et les rejets. À titre d'exemple, dans l'option 3A-MO, le fait d'envoyer les refus à l'extérieur de l'île se traduirait par une augmentation de 41% du transport, soit une consommation annuelle supplémentaire de près de 26 000 litres de diesel (considérant 36 litres/100 km) et des coûts de transport additionnels de plus de 111 500 \$/an (à 1,55 \$/km, soit 85 \$/h pour un camion roulant en moyenne à 55 km/h, tel que posé dans l'étude de DESSAU-SOPRIN, 2005).

Cependant, lorsque la même hypothèse est faite sur l'ensemble des options, les scores relatifs présentés au Tableau 7-1 ne sont à toute fin pratique pas modifiés.

### 9.3.2 Aspects sociaux

La comparaison sociale des options présente des résultats moins tranchants. Du point de vue de l'**acceptabilité** et des **incidences sociales** (implication des citoyens et emplois), toutes les options comparées performant assez bien, avec des scores autour

de 80%. En effet, selon les données reçues, elles présentent toutes de multiples possibilités d'implication citoyenne (via les ressources locales existantes, la mise sur pied de comités de vigilance, la responsabilisation des citoyens par la nécessité de séparer à la source leurs résidus alimentaires et verts et les retombées positives suite à l'épandage du compost) et assurent toutes la création de nouveaux emplois. Les procédés de compostage présenteraient cependant une plus grande acceptabilité (autant par les voisins du site que par la population en général) que la digestion anaérobie, du fait que les installations de méthanisation sont de nature industrielle plus rébarbative.

Les atteintes à la **SST** et les **risques technologiques** montrent aussi des résultats très semblables (autour de 80%) pour toutes les options. Les installations de compostage (à aire ouverte ou les systèmes fermés) présentent généralement un peu moins de risques pour les travailleurs, mais de façon minimale. Des risques potentiels ont été notés relativement à la manipulation de matières présentant un risque de contamination biologique et au niveau de bruit sur les lieux de travail. La digestion anaérobie se différencie du compostage par un risque un peu plus élevé d'incendie ou d'explosion, à cause de la production de biogaz. Cependant, du fait que les installations de compostage et de digestion anaérobie sont combinées dans la majorité des options, il en ressort une performance quasi-équivalente pour tous.

Pour assurer une constance dans l'évaluation des différentes nuisances regroupées sous le critère **atteintes à la santé et à la qualité de vie**, toutes les technologies ont été évaluées en parallèle, en les plaçant par ordre croissant de nuisances (échelle à 5 niveaux, ramenée par la suite en pourcentage). Pour ce critère, les scores obtenus sont un peu plus faibles (soit entre 60 et 70%), notamment à cause des nuisances olfactives provenant des aires de réception des résidus alimentaires, de l'impact visuel que peut représenter l'implantation d'une usine de digestion anaérobie ou de l'encombrement routier, principalement pour les installations traitant 85 000 tonnes par an. Il faut cependant garder en tête que l'évaluation a été faite de manière relative. Ainsi, il en résulte que les nuisances potentielles sont moins élevées dans le cas des options d'autonomie partielle 2B.1 et 2B.3 ou encore de l'option d'autonomie complète 3A.

### 9.3.3 Aspects technico-économiques

Le critère **bilan économique** se compose du coût de traitement (soit la redevance exigée à la municipalité par l'entreprise en charge de l'opération du site et qui comprend les coûts d'implantation et d'opération), des revenus générés par la vente de biogaz<sup>1</sup> et des coûts de transports (posés à 1,55 \$/km parcouru). Selon ce critère, l'option « zéro autonomie » serait la plus économique, avec un coût global (traitement et transport) de 60 \$/tonne traitée. L'option d'autonomie partielle 2C vient en seconde place avec des coûts globaux de 68 \$/tonne. Dans les deux cas, il s'agit d'options ne comprenant aucune installation de digestion anaérobie. Lorsque des usines de méthanisation sont implantées, le coût de traitement augmente, mais les revenus issus de la vente du biogaz réduisent l'impact. Ainsi, les options d'autonomie partielle et complète 2D et 3B

---

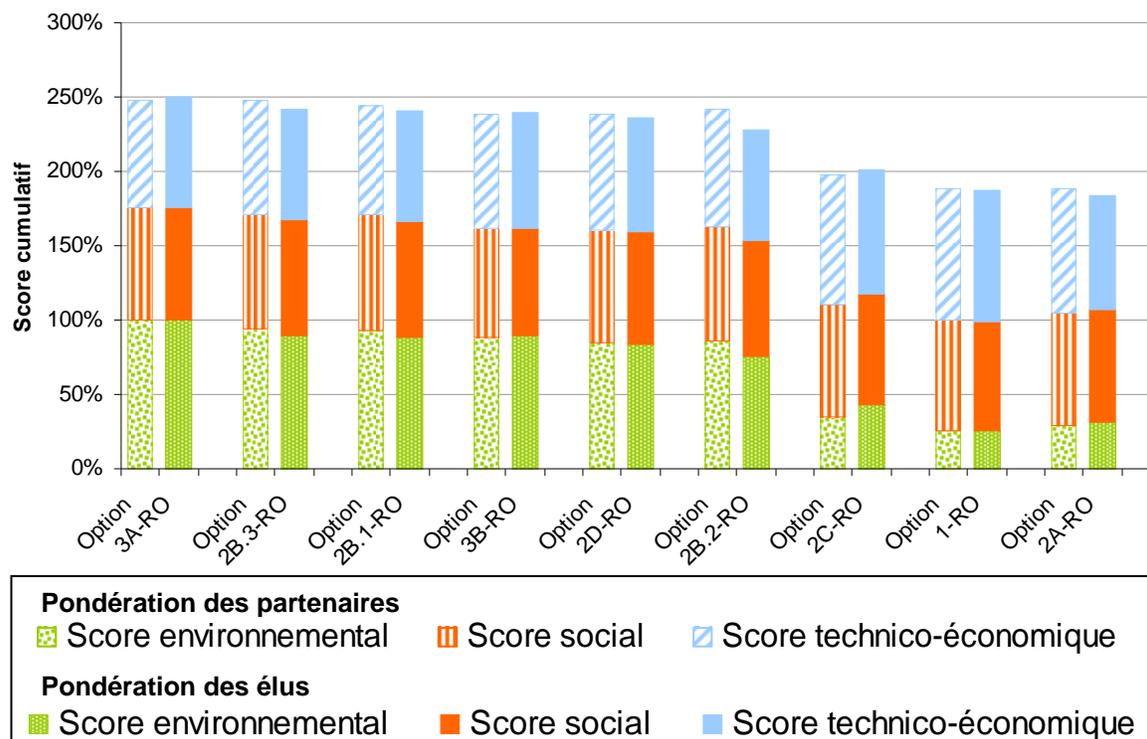
<sup>1</sup> Aucun revenu associé à la vente du compost n'a été attribué aux scénarios. Le prix de vente de ce type de produit est très variable (de 0 à 10\$/tonne) et est présentement incertain. La quantité totale de compost généré par les divers scénarios est d'environ 80 000 tonnes/an.

sont les plus économiques des options comprenant la digestion anaérobie, avec des coûts totaux de 73 et 72 \$/tonne respectivement. À priori, un prix de vente de 0,15 \$/m<sup>3</sup> de biogaz a été employé. Par contre, selon l'évolution du marché de l'énergie, il est possible que ce prix augmente et rende les options de digestion anaérobie aussi performantes que celles ne comportant que des installations de compostage.

Les **aspects techniques** regroupent la flexibilité, la faisabilité technique et la qualité des produits obtenus. Au chapitre des produits, toutes les options sont identiques avec un compost d'excellente qualité (C1). Les installations de digestion anaérobie requièrent toutefois une main d'œuvre spécialisée, présentent un niveau de mécanisation élevé des opérations et sont donc plus complexes à entretenir et à opérer que les centres de compostage. De ce fait, les usines de méthanisation sont moins flexibles, c.-à-d. qu'il est difficile mais possible d'adapter la technologie aux variations quant à la qualité et aux types de matières à traiter. En conséquence, les options 1, 2A et 2C qui n'impliquent que des installations de compostages sont favorisées sur ce critère, avec des scores de 89 et 90%.

### 9.3.4 Conclusion de l'évaluation des options de gestion des MO

La Figure 9-11 illustre les scores cumulatifs des neuf options étudiées, répartis selon les trois pôles du développement durable. Ces résultats ont été obtenus en appliquant la pondération élaborée par les partenaires (barres à motifs) et par les élus (barres pleines) respectivement.



**Figure 9-11 : Graphique cumulatif des scores pondérés - comparaison des options de gestion des matières organiques.**

Certaines distinctions peuvent être perçues entre les résultats pondérés par les partenaires et les élus, mais ces différences ne changent pas les conclusions.

Plusieurs options sont intéressantes d'un point de vue « développement durable », principalement les options d'autonomie complète 3A et 3B et d'autonomie partielle 2B.1, 2B.2, 2B.3 et 2D, dont les scores en général sont les plus élevés. Il est à noter que les options d'autonomie complète comportent des aspects techniques plus complexes que les autres, mais se classent très bien quant aux critères environnementaux. Enfin, l'option « zéro autonomie » est la moins coûteuse, mais présente le plus d'impacts environnementaux.

Tel que discuté à la section précédente, les options comprenant des installations de digestion anaérobie sont favorisées sur le plan environnemental, puisqu'elles réduisent la consommation de gaz naturel et les émissions liées à son extraction. Ce sont cependant des options un peu plus coûteuses, à cause des infrastructures nécessaires et de la complexité d'opération de tels systèmes. Par ailleurs, l'augmentation éventuelle des prix de l'énergie pourrait changer cet état de fait, grâce aux revenus issus de la vente de biogaz. Enfin, les aspects sociaux ne permettent pas de distinguer les options de gestion des matières organiques, puisqu'elles performent toutes de façon satisfaisante, et ce, avec les deux pondérations employées.

## 10. GESTION DES RÉSIDUS ULTIMES

Les résidus ultimes incluent les ordures ménagères, les refus des centres de tri des matières recyclables et des centres de traitement des matières organiques, de même que les matériaux secs rebutés.

Tel que mentionné plus tôt, il a été choisi de ne pas effectuer une collecte spécifique pour les résidus alimentaires des habitations de 9 logements et plus : ils se retrouveront donc dans les ordures ménagères. En conséquence, les sacs poubelle issus des zones « multilogements » pourront faire l'objet d'un tri-compostage avant le traitement final dédié à l'ensemble des RU.

En 2018, il est prévu qu'au total, 539 500 tonnes de résidus ultimes seront générés annuellement. Toutes les options présentées plus bas ont été comparées sur cette base.

### 10.1 Technologies de traitement

Quatre technologies de traitement des résidus ultimes ont été modélisées pour l'analyse :

- **L'enfouissement en site de type « bioréacteur ».** S'applique à tous les types de matières résiduelles contenant un minimum de matières biodégradable. Dans de tels lieux d'enfouissement, les lixiviats sont accumulés dans des réservoirs et réinjectés par des puits afin d'optimiser la production de méthane par les déchets. Un important réseau de puits de captage sert à collecter le biogaz, qui est ensuite asséché et vendu à des utilisateurs privés en remplacement au gaz naturel. Ce type d'enfouissement a été choisi puisqu'il est plus avantageux du point de vue environnemental qu'un lieu d'enfouissement technique où les biogaz sont uniquement brûlés en torchères et les lixiviats envoyés à l'égout après traitement (CIRAIG, 2003). Un tel site d'enfouissement devra nécessairement être situé à l'extérieur de l'île de Montréal.
- **L'incinération à lit fluidisé :** L'incinération consiste à faire brûler les matières résiduelles en présence d'un excès d'oxygène. Il en résulte une production d'énergie, sous forme d'électricité et de vapeur, vendue à des utilisateurs privés en remplacement d'électricité ou de vapeur produite d'autres sources (telles que le gaz naturel et le mazout). Ce type de traitement s'applique aux résidus ultimes ayant un potentiel énergétique intéressant : les refus des centres de tri de matières recyclables et les matériaux secs rebutés présentent donc d'excellents entrants pour un incinérateur. Par contre, les refus des traitements des matières organiques et les ordures ménagères doivent être prétraitées par un système de traitement mécano-biologique afin d'en retirer les matières indésirables avant leur alimentation à l'incinérateur à lit fluidisé. Du fait que les matières peu combustibles ou contaminées sont retirées du flux à traiter, les émissions d'un incinérateur à lit fluidisé sont beaucoup plus faibles que celles d'un incinérateur à grille qui n'exige aucun prétraitement. Dans la présente étude, il a été considéré que l'incinérateur à lit fluidisé serait implanté sur l'île de Montréal.

- La **gazéification** : consiste à faire brûler les matières résiduelles en présence d'une quantité limitée d'oxygène. Il en résulte la production d'un gaz de synthèse, appelé « syngaz » pouvant être vendu à des utilisateurs privés en remplacement du gaz naturel. Tout comme pour l'incinérateur à lit fluidisé, il a été considéré que le gazéificateur nécessitait un prétraitement pour les ordures ménagères et les refus issus du traitement des matières organiques. Les émissions atmosphériques produites lors de la combustion du syngaz chez le client ont été considérées comme faisant partie de la technologie évaluée. Dans la présente étude, il a été considéré que l'usine de gazéification serait implantée sur l'île de Montréal.
- Le **tri-compostage** : spécifiquement développé pour le traitement des résidus issus d'une collecte mixte des matières organiques et des ordures ménagères, le tri-compostage est une variante du compostage à laquelle est ajoutée une étape de tri mécanique pour retirer les matières indésirables. Il s'agit donc d'un traitement mécanique et biologique, semblable au prétraitement en amont de l'incinération ou de la gazéification. Dans la présente étude, il a été considéré que l'usine de tri-compostage serait située sur l'île de Montréal, mais que l'étape de maturation du compost se ferait à l'extérieur de l'île.

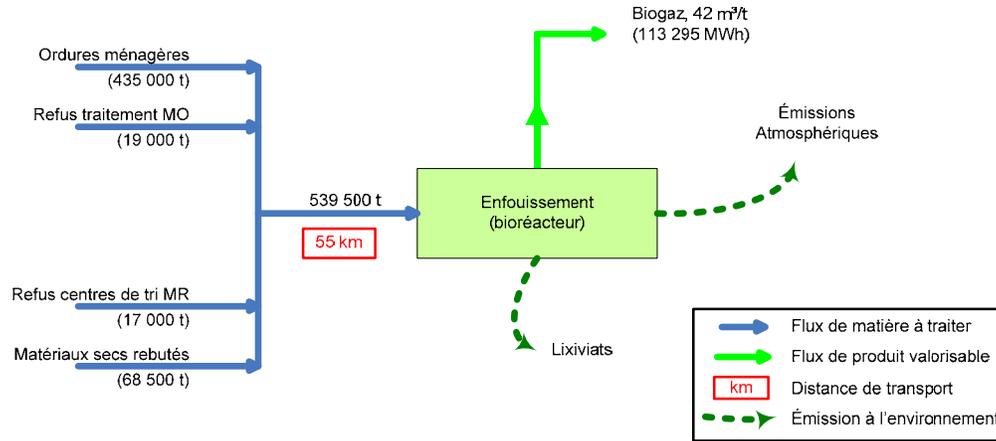
Parmi ces options, le tri-compostage constitue d'avantage un prétraitement, puisqu'il vise uniquement le traitement des matières organiques et laisse intacts les résidus ultimes. En conséquence, les options proposées combinent le tri-compostage aux technologies d'élimination finale.

## 10.2 Description des options de gestion de RU

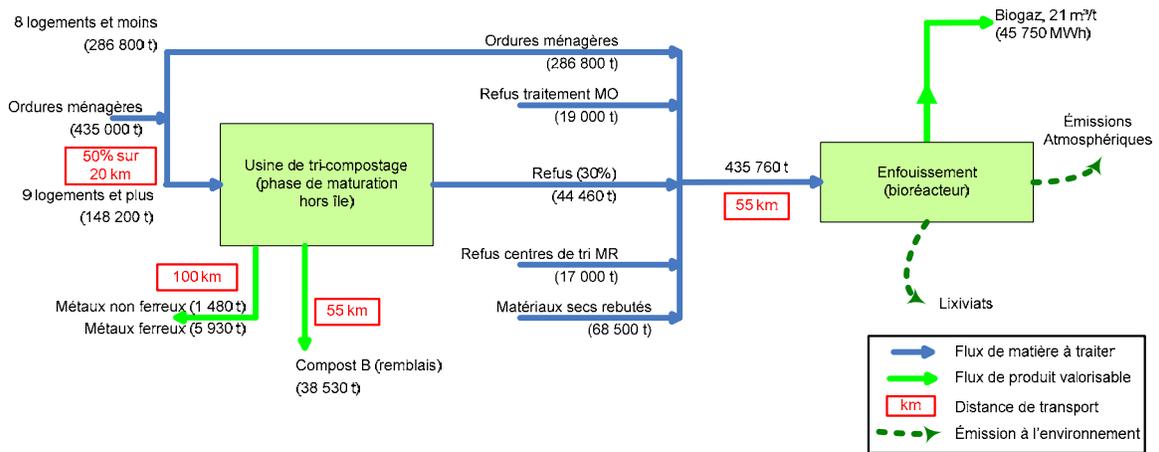
En tout, six options de gestion des résidus ultimes (RU) ont été comparées. Elles sont énumérées au Tableau 10-1 et illustrées par des schémas quantifiés dans les six figures qui suivent.

**Tableau 10-1 : Options de traitement des résidus ultimes**

Options de traitement des RU	Schéma
1A-RU. Enfouissement seulement	Figure 10-1
1B-RU. Enfouissement avec tri-compostage des RU pour les 9 logements et +	Figure 10-2
2A-RU. Incinération à lit fluidisé seulement	Figure 10-3
2B-RU. Incinération à lit fluidisé avec tri-compostage des RU pour les 9 logements et +	Figure 10-4
3A-RU. Gazéification seulement	Figure 10-5
3B-RU. Gazéification avec tri-compostage des RU pour les 9 logements et +	Figure 10-6



**Figure 10-1 : Option 1A-RU – Enfouissement seulement.**



**Figure 10-2 : Option 1B-RU – Enfouissement et tri-compostage des RU issus des 9 logements et plus.**

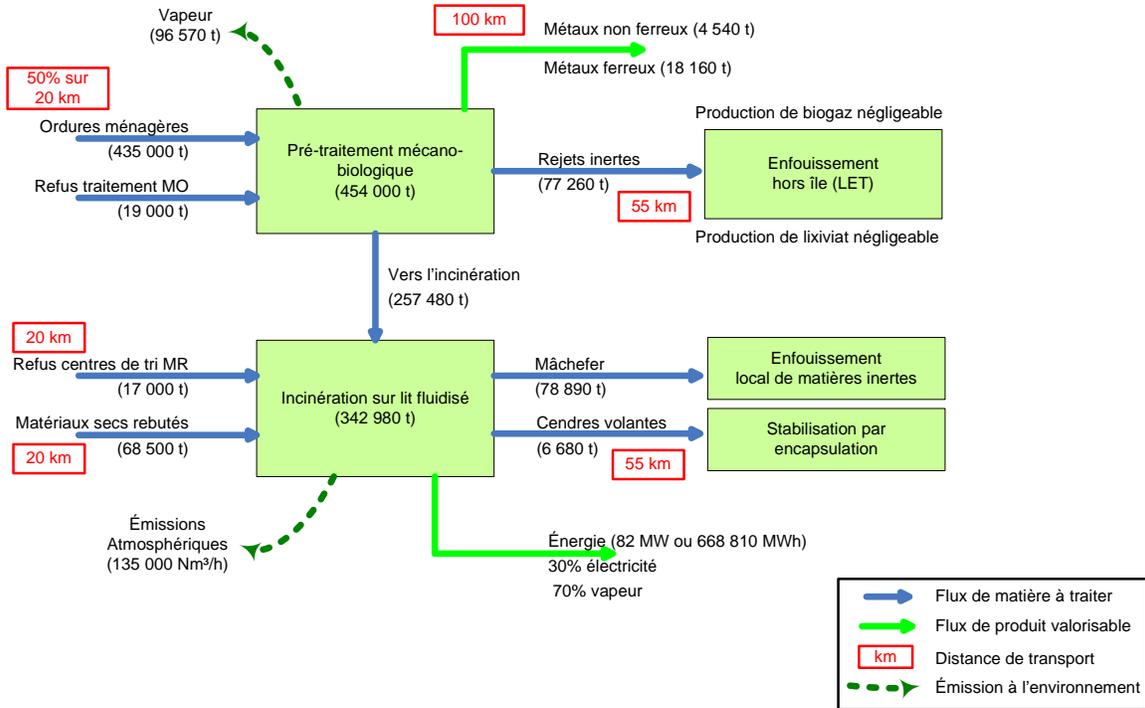


Figure 10-3 : Option 2A-RU – Incinération seulement.

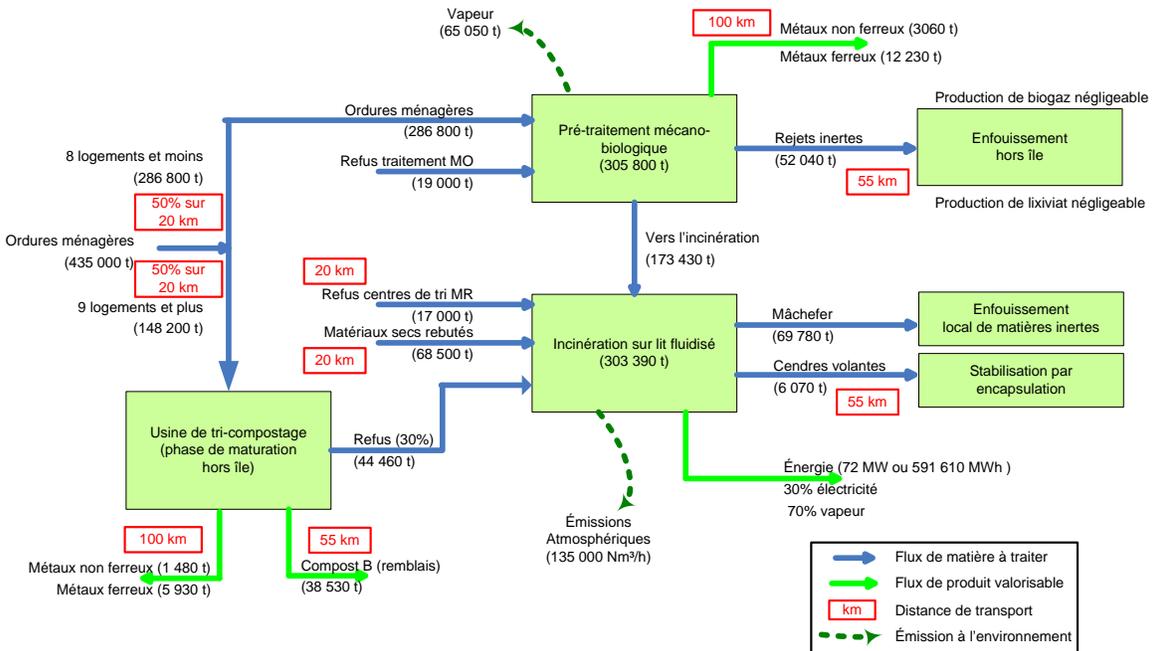


Figure 10-4 : Option 2B-RU – Incinération et tri-compostage des RU issus des 9 logements et plus.

Pour les options 3A-RU et 3B-RU impliquant la gazéification comme technologie de traitement, une spécification doit être apportée quant aux frontières du système étudié. À prime abord, pour les autres technologies, l'utilisation des produits générés est exclue des limites de l'analyse (tel que spécifié au paragraphe 4.2.2.2 du modèle de l'étude). Cependant le cas de la gazéification est particulier puisque ce type d'installation n'émet aucun polluant à l'atmosphère au cours du traitement thermique des RU : tout est stocké dans le gaz de synthèse produit. Les émissions atmosphériques ne sont générées qu'au moment de la combustion du syngaz, chez le client. Afin de ne pas négliger cet aspect et de comparer équitablement les options, il a donc été choisi d'étendre les frontières du système pour les options 3A-RU et 3B-RU afin d'inclure la combustion du syngaz. Un crédit environnemental a aussi été attribué au système pour la production du gaz naturel remplacé et pour la combustion de ce gaz naturel dans une turbine à gaz, de sorte que seule la variation entre la combustion du syngaz et du gaz naturel a été prise en compte.

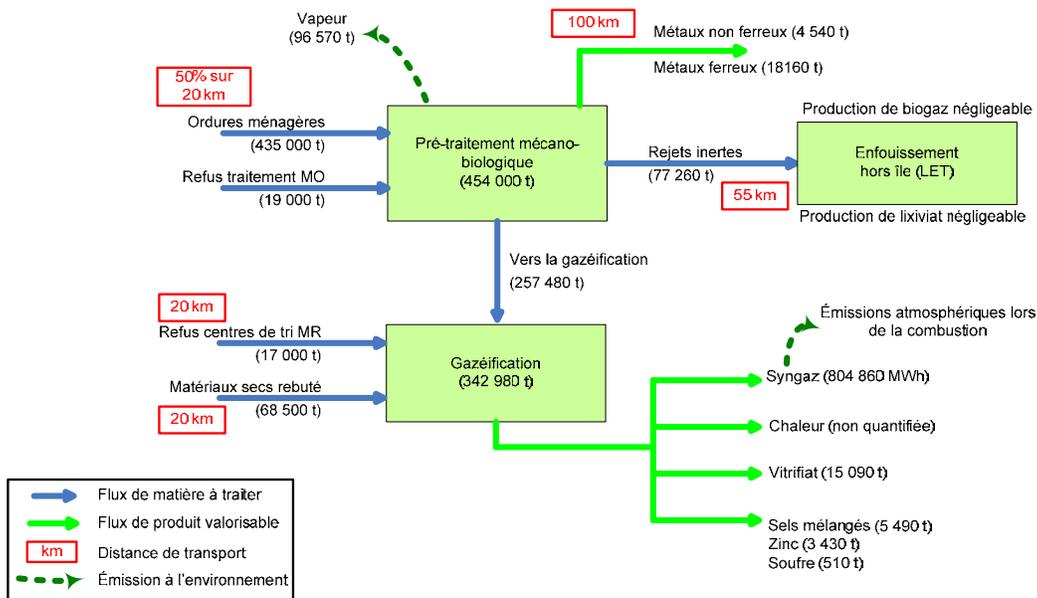
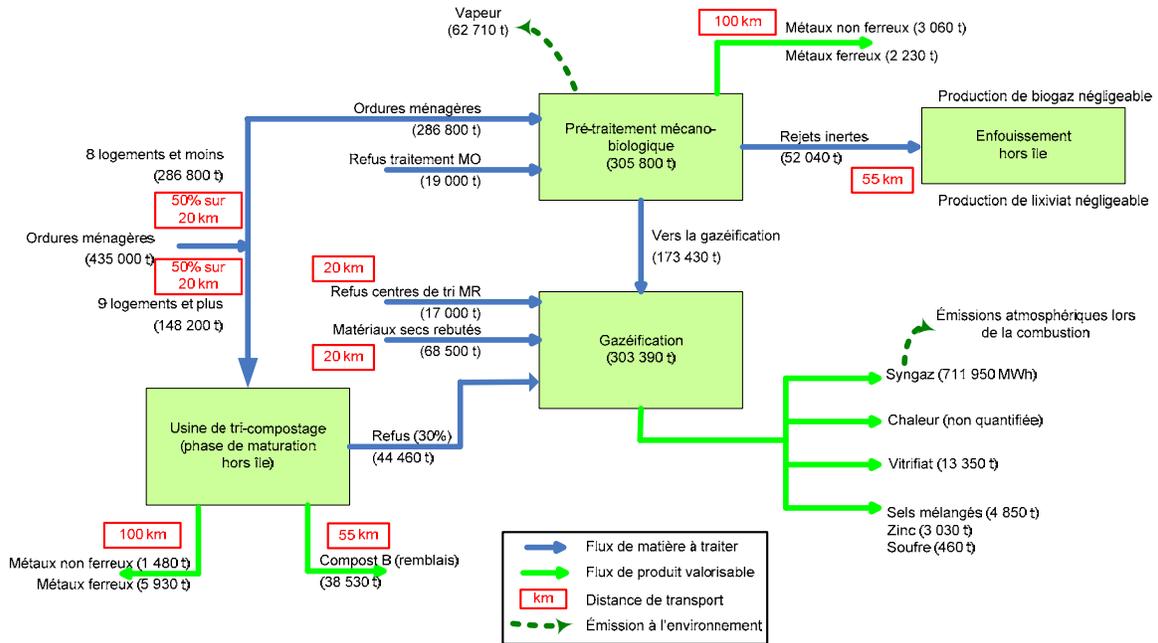


Figure 10-5 : Option 3A-RU – Gazéification seulement.



**Figure 10-6 : Option 3B-RU – Gazéification et tri-compostage des RU issus des 9 logements et plus.**

### 10.3 Analyse comparative des options de gestion de RU

Comme précédemment, la modélisation environnementale des options de gestion applicables aux RU a d'abord été effectuée à l'aide de la méthode d'évaluation des impacts du cycle de vie IMPACT 2002+ (les résultats bruts sont présentés à l'annexe F). Cette modélisation comprend la construction et l'opération des installations de traitement, les différents transports ainsi que des crédits pour la production évitée d'énergie sous forme de vapeur, d'électricité ou de gaz naturel (remplacé par du biogaz ou du syngaz). La fin de vie des infrastructures a été négligée.

À partir de cette modélisation et des informations de nature socio-économiques collectées (voir l'annexe D), la méthode d'évaluation simplifiée a été appliquée. Les résultats obtenus pour les six options, désagrégés selon les critères d'évaluation retenus, sont présentés au Tableau 10-2 et discutés dans les paragraphes qui suivent.

**Tableau 10-2 : Comparaison des options de traitement des résidus ultimes par critères**

		Enfouissement 1A-RU	Enfouissement + TC 1B-RU	Incinération 2A-RU	Incinération + TC 2B-RU	Gazéification 3A-RU	Gazéification + TC 3B-RU
Critère		Score					
<b>E1</b>	Utilisation des ressources	25%	29%	<b>82%</b>	73%	<b>100%</b>	86%
<b>E2</b>	Gestion des rejets	32%	25%	<b>82%</b>	68%	<b>100%</b>	82%
<b>S1</b>	Acceptabilité/ Incidences sociales	50%	54%	57%	57%	<b>62%</b>	<b>62%</b>
<b>S2</b>	SST/ Risques technologiques	65%	66%	<b>69%</b>	<b>69%</b>	68%	68%
<b>S3</b>	Santé/qualité de vie	50%	56%	71%	<b>72%</b>	71%	<b>72%</b>
<b>T1</b>	Bilan économique moyen (\$/t)	<b>66\$</b>	87\$	100\$	115\$	121\$	134\$
	Traitement (\$/tonne)	<b>60\$</b>	81\$	98\$	113\$	119\$	132\$
	Transport (\$/tonne)	<b>6\$</b>	6\$	2\$	2\$	2\$	2\$
<b>T2</b>	Aspects techniques	<b>73%</b>	70%	60%	59%	59%	59%

Notes : les meilleurs scores sont indiqués en caractères gras dans des cases foncées.

Les options qui semblent intéressantes (parce qu'elles présentent moins de 10% d'écart avec le meilleur score ou possèdent un score supérieur à 80%) ont été identifiées par des cases colorées plus claires.

### 10.3.1 Aspects environnementaux

Parmi les options considérées, la gazéification (option 3A-RU) est nettement la plus intéressante sur le plan de l'**utilisation des ressources**, grâce à la production de 1 056 m<sup>3</sup> de gaz de synthèse par tonne de RU traité, soit suffisamment d'énergie pour chauffer annuellement 40 000 foyers<sup>1</sup>. Cette économie de la ressource se traduit donc par un important gain environnemental. Lorsqu'une étape de tri-compostage est ajoutée pour les ordures ménagères des habitations de 9 logements et plus (option 3B-RU), la performance de la gazéification est réduite, notamment à cause du transport supplémentaire (consommation de carburant) et de la quantité moindre de matières à gazéifier. L'option où les résidus ultimes sont envoyés à un incinérateur à lit fluidisé (2A-RU) est aussi intéressante, grâce à la production de 1 950 kWh par tonne de RU traité sous forme d'électricité et de vapeur, soit l'équivalent de la consommation énergétique annuelle de près de 33 000 foyers<sup>2</sup>. Encore une fois, l'ajout du tri-compostage réduit la performance de l'option. Enfin, les options où l'enfouissement est le mode de gestion

<sup>1</sup> 1 056 m<sup>3</sup> de syngaz remplacent 256 m<sup>3</sup> de gaz naturel. Il a été considéré qu'un système de chauffage central consomme annuellement 2 160 m<sup>3</sup>/an (Source : GazMetro, site internet).

<sup>2</sup> Considérant une consommation moyenne de 20 000 kWh/an (Source : Dubreuil, 2005).

principal des résidus ultimes (1A-RU et 1B-RU) sont nettement désavantagées quant à l'utilisation des ressources, puisqu'une quantité minimale de biogaz est produite du fait que la majorité des matières organiques ont été retirées à la source.

Le critère **gestion des rejets** présente des scores similaires. Comme pour la comparaison des options de traitement des matières organiques, les transports (sources d'émissions atmosphériques) et les crédits environnementaux prédominent. Ainsi, malgré les rejets gazeux directement impliqués dans la combustion des matières résiduelles (incinération) ou du syngaz (gazéification), les traitements thermiques remportent au chapitre de la gestion des rejets, grâce à toutes les émissions évitées par le remplacement de combustibles fossiles, qui n'ont plus à être extraits transformés et transportés.

L'enfouissement est l'option qui met le moins en valeur les ressources et qui, sur l'ensemble de son cycle de vie, se traduit par le plus d'émissions à l'environnement. Cependant, lorsqu'une étape de tri-compostage est ajoutée en amont de l'enfouissement, une probable amélioration du score lié à l'utilisation des ressources est perçue. Celle-ci est due au fait que le compost produit par le tri-compostage remplace des matériaux de remblais, une ressource minérale. Le crédit environnemental est cependant beaucoup moins important que pour les ressources énergétiques évitées.

Globalement, les traitements thermiques sont donc les options à privilégier pour le traitement des résidus ultimes.

### **10.3.2 Aspects sociaux**

Du point de vue de l'**acceptabilité** et des **incidences sociales** (implication des citoyens et emplois), il appert que les deux options impliquant la gazéification présentent les meilleurs avantages. En effet, selon les données reçues, la gazéification est la technologie de traitement des résidus ultimes qui présenterait une plus grande acceptabilité autant par les voisins du site que par la population en général. Le tri-compostage est encore mieux perçu, ce qui améliore légèrement le score du critère S1 de l'option 1B-RU (enfouissement et tri-compostage), mais la faible part des matières résiduelles transitant par ce traitement fait en sorte que le score du critère S1 n'est pas modifié pour les options 2B et 3B. Quant à la création d'emplois, c'est la gazéification et l'incinération qui auraient le plus d'impacts positifs (près d'une quarantaine d'emplois créés). Puisqu'il est difficile de déterminer le niveau d'implication sociale amené par les technologies évaluées, il a été considéré qu'un comité de vigilance serait mis en place pour chacune d'elles.

Pour ce qui est des atteintes à la **SST** et des **risques technologiques**, toutes les options sont assez semblables. L'enfouissement (1A-RU) est l'option qui présente le plus de risque à la SST, principalement liés à la manipulation de matières présentant un risque de contamination biologique et à la qualité de l'air sur les lieux de travail. Cette technologie montre cependant peu de risques technologiques (faible risque d'incendie/explosion, risque d'accident impliquant des véhicules). La gazéification se différencie de l'incinération à lit fluidisé par un risque technologique un peu plus élevé d'incendie ou d'explosion, à cause de la production de gaz de synthèse, mais offre la même performance quant à la SST. Enfin, le fait d'ajouter une étape de tri-compostage aux technologies de traitement des résidus ultimes a peu ou pas d'effet sur les scores du critère S1, puisque le tri-compostage présente aussi des risques pour les travailleurs

(manipulation de matières présentant des risques de contamination biologique ou de coupure ; postures de travail, émission de poussières, niveau de bruit) et du fait que seule une faible proportion des matières à traiter y transite (le score est une moyenne pondérée en fonction du tonnage géré par chaque technologie, tel que spécifié à la section 6.1.2).

Pour assurer une constance dans l'évaluation des différentes nuisances regroupées sous le critère atteintes à la **santé et à la qualité de vie**, toutes les technologies ont été évaluées en parallèle, en les plaçant par ordre croissant de nuisances (échelle à 6 niveaux). Pour ce critère, l'incinération et la gazéification présentent les mêmes scores. En effet, il s'agit d'installations similaires qui, en traitant le même tonnage de matières, auront les mêmes effets sur l'encombrement routier et sur les nuisances visuelles (bâtiment important en zone industrielle), auditives (bruit des camions qui passent) et olfactives (odeur limitée à l'aire de réception des matières résiduelles et aux camions). Au chapitre de la salubrité, ces deux technologies performant assez bien, puisque toutes les activités ont lieu dans des bâtiments fermés. Le tri-compostage, se distingue des traitements thermiques uniquement par la nuisance visuelle plus faible, dû à la taille réduite de l'édifice, ce qui explique les scores légèrement plus élevés des options 2B-RU et 3B-RU. Enfin, l'enfouissement avec ou sans tri-compostage (1A-RU et 1B-RU) sont les deux options avec la moins bonne performance à cause des nuisances visuelles et olfactives liés à un site d'enfouissement et des problèmes de salubrité que peut présenter la vermine attirée par les détritrus.

Les deux technologies présentant plus d'avantages du point de vue social selon les critères évalués sont donc l'incinération et la gazéification. L'enfouissement en bioréacteur est la technologie qui est la moins performante du point de vue social. En effet, elle représente plus de sources de danger pour les travailleurs (manipulation de matières représentant des risques de contamination biologique et de blessures, qualité de l'air discutable), plus de nuisances pour les citoyens et, de ce fait, est moins bien acceptée par la population.

### **10.3.3 Aspects technico-économiques**

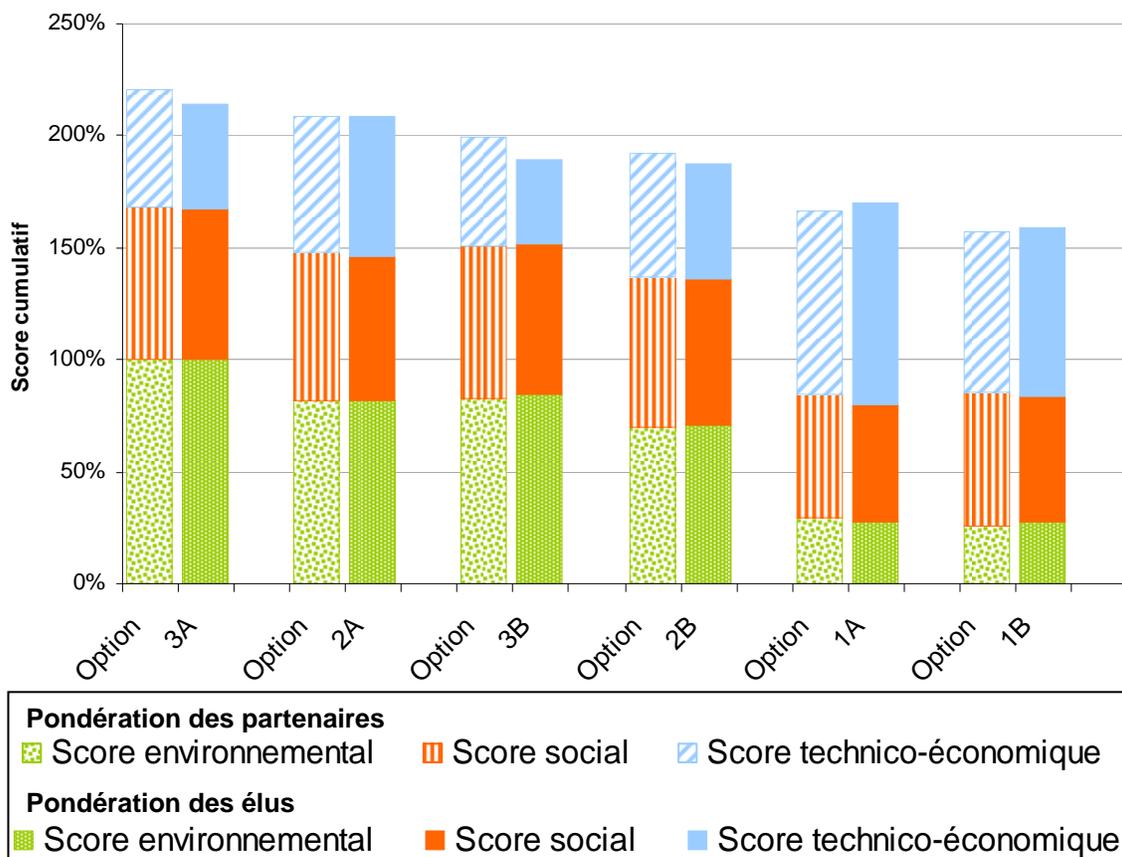
Le critère **bilan économique** inclut les coûts de traitement (mise en œuvre, opération et revenus issus de la vente de biogaz ou de syngaz) et les coûts de transport des matières résiduelles et des refus vers l'élimination. Selon ce critère, l'enfouissement de type « bioréacteur » sans tri-compostage (option 1A-RU) est l'option la plus avantageuse. L'enfouissement présente en effet la plus faible redevance (\$/tonne), tout en étant relativement flexible (adaptation aux fluctuations dans la quantité et la qualité de matières gérées). L'ajout du tri-compostage rend l'option 1B-RU plus coûteuse et légèrement moins performante sur le plan des aspects techniques, notamment à cause de la mécanisation élevée des opérations et du fait que le compost obtenu (de classe C2) présente une qualité incertaine.

Ce sont toutefois les options comprenant l'incinération et la gazéification qui représentent le moins d'avantages technico-économiques. En effet, elles sont plus coûteuses à cause des investissements importants pour la mise en œuvre, l'entretien et l'opération d'usines de traitement thermique, même en considérant des coûts de transport moindres puisque les installations sont situées sur l'île de Montréal. D'autre part, ces technologies sont moins flexibles et plus difficiles à mettre en place (en termes de temps, d'infrastructures et de complexité des opérations) que l'enfouissement.

Mentionnons cependant que le procédé de gazéification permet de produire du syngaz et d'autres co-produits comme du sel et du zinc<sup>1</sup> qui, si leurs valeurs marchandes augmentent dans le temps, pourront faire diminuer son coût de revient. Il en va de même avec l'incinération qui produit de l'électricité et de la vapeur et dont le coût de traitement pourrait baisser si la valeur de l'énergie générée augmentait. Le fait d'ajouter aux traitements thermiques une étape de tri-compostage pour les ordures ménagères des habitations de 9 logements et plus a pour effet général d'augmenter les coûts de traitement sans modifier le score des aspects techniques, toujours à cause de la mécanisation élevée des opérations et de la qualité mitigée du compost produit par ce « prétraitement ».

### 10.3.4 Conclusion de l'évaluation des options de gestion des RU

La Figure 10-7 illustre les scores des six options étudiées, agrégés en fonction des trois pôles du développement durable. Ces derniers ont été obtenus en appliquant la pondération élaborée par les partenaires et par les élus respectivement.



**Figure 10-7 : Graphique cumulé des scores pondérés - comparaison des options de gestion des résidus ultimes.**

<sup>1</sup> Les revenus associés à la vente de zinc, de soufre et de sels mélangés n'ont pas été considérés dans le calcul du prix de revient de la gazéification.

Comme précédemment, des différences peuvent être perçues entre les résultats pondérés par les partenaires et les élus, principalement pour le score du pôle technico-économique, mais ces différences ne changent pas les conclusions.

Globalement, il apparaît que les options 3A (gazéification seule) et 2A (incinération seule) sont les solutions les plus intéressantes pour la gestion des résidus ultimes. Il est à noter que l'incinération sur lit fluidisé offre un score environnemental un peu plus faible que la gazéification (à cause de la quantité d'énergie récupérée un peu moindre), mais son coût de revient plus bas le rend plus performant sur le plan technico-économique, donc généralement mieux équilibré sur l'ensemble des pôles du développement durable. Viens ensuite l'option 2B (incinération et tri-compostage) qui présente des scores environnementaux et sociaux acceptables, mais dont le résultat sur le plan technico-économique est plus faible, particulièrement lorsque la pondération des élus est prise en compte. Pour sa part, l'enfouissement (options 1A et 1B) dépasse les autres options du point de vue technico-économique, mais est nettement désavantagé au chapitre des critères environnementaux. Enfin, les aspects sociaux étant tous assez semblables pour les options évaluées, il n'est pas possible de les départager sur ce point.

## 11. DISCUSSION GÉNÉRALE

Dans les chapitres précédents, l'outil d'évaluation simplifiée a été appliqué à la comparaison des outils de collecte pour les matières recyclables (chapitre 7), aux options de traitement des matières organiques (chapitre 9) et aux options de traitement des résidus ultimes (chapitre 10). De plus, les types de collectes ont été modélisés afin d'établir leurs impacts environnementaux potentiels (chapitre 7). Dans chaque cas, les options ont été comparées entre elles afin de faire ressortir celle(s) présentant le plus d'avantages.

Il convient maintenant de comparer ces étapes de gestion (outils de collecte, type de collecte, traitement des MO et des RU) pour évaluer leur importance relative et permettre un choix plus éclairé.

Des études de sensibilité sont ensuite présentées et une discussion sur les limites de la méthode d'évaluation employée dans la présente étude conclut ce chapitre.

### 11.1 Importance relative des étapes de gestion

Parce que la modélisation environnementale est plus systématique, plus complète et repose sur une base absolue (contrairement aux aspects sociaux pour lesquels les scores présentés étaient souvent relatifs aux options évaluées), la comparaison entre les étapes de gestion a été faite à partir des données environnementales d'ACV.

Tel que spécifié en début de rapport (paragraphe 2.3.1), les impacts environnementaux potentiels des options comparées ont été évalués à l'aide de la méthode *IMPACT 2002+* (Jolliet *et al.*, 2003), qui présente les résultats de la modélisation environnementale en quatre classes de dommages :

- l'utilisation de ressources;
- la santé humaine;
- la qualité des écosystèmes;
- le réchauffement climatique.

Pour les fins de l'analyse simplifiée présentée tout au long du rapport, ces catégories ont été regroupées sous les critères d'évaluation environnementale E1. Utilisation des ressources et E2. Gestion des rejets. Cependant, afin de déterminer l'importance relative des étapes de gestion, il convient de retrouver les quatre catégories initiales.

Les éléments comparés sont :

- **Outils de collecte pour les matières recyclables** : Il a été posé que chaque habitation<sup>1</sup> en zone détachée possédait un bac roulant de 360 litres. Dans les zones non détachées, une moyenne entre le bac vert de 64 litres, le bac bonifié et le bac roulant de 360 litres a été employée (en considérant toujours un outil par habitation). Pour les multilogements, un bac roulant par 9 logements a été considéré. L'impact environnemental des outils de collecte a été obtenu grâce à la somme des outils de chaque zone d'habitation. *À noter : L'écart-type présenté à la Figure 11-1 a été déterminé en posant comme impact minimal que toutes les habitations employaient un bac vert, sauf les multilogements (un bac roulant/9 logements comme précédemment) ; et comme impact maximal que toutes les habitations utilisaient deux sacs de plastique par semaine.*
- **Type de collectes** : Une moyenne entre les types de collectes évaluées a été effectuée pour chaque zone d'habitation. L'impact environnemental de la collecte sur tout le territoire de l'île de Montréal a été estimé comme étant la somme des collectes dans chaque zone d'habitation. *À noter : La valeur minimale de l'écart-type présenté à la Figure 11-1 a été déterminé en considérant la « meilleure » option de collecte pour les trois zones d'habitation, alors que la valeur maximale a été obtenue en considérant uniquement les options ayant le plus d'impacts.*
- **Traitement des résidus ultimes** : Une moyenne entre toutes les options étudiées a été retenue pour représenter l'impact environnemental du traitement des résidus ultimes. *À noter : L'écart-type présenté à la Figure 11-1 illustre la variation entre les options ayant le plus et le moins d'impacts environnementaux.*
- **Traitement des matières organiques** : Comme pour les RU, une moyenne entre toutes les options étudiées a été retenue pour représenter l'impact environnemental du traitement des matières organiques. *À noter : L'écart-type présenté à la Figure 11-1 illustre la variation entre les options ayant le plus et le moins d'impacts environnementaux.*

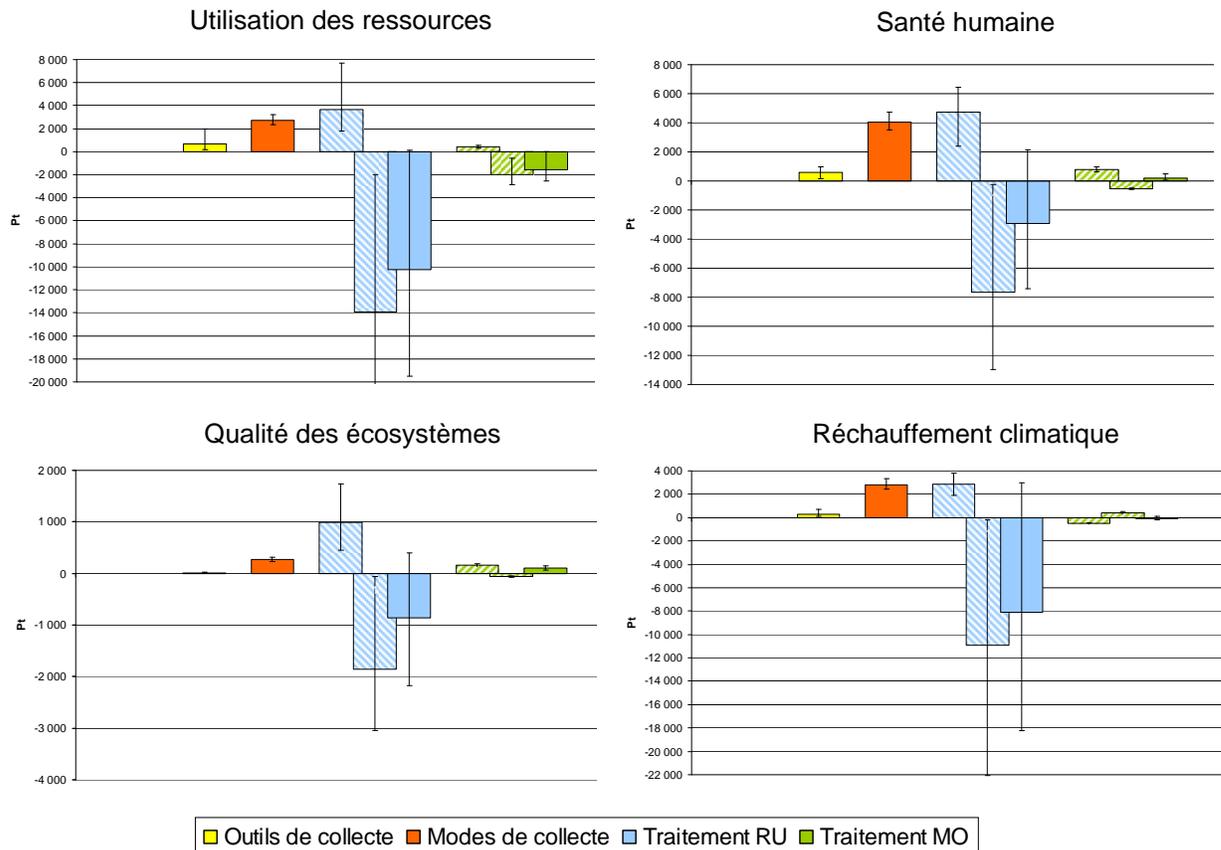
Ainsi, la Figure 11-1 illustre l'importance relative de ces étapes de gestion pour les quatre catégories de dommages de la méthode IMPACT 2002+. Comme précédemment, les résultats sont présentés en « points » (Pt), l'unité du score unique employée pour permettre la comparaison directe de différents impacts environnementaux.

Pour les étapes de traitement des résidus ultimes et des matières organiques, les résultats ont été désagrégés de manière à distinguer les impacts environnementaux potentiels (valeurs positives) des crédits environnementaux reliés à la production évitée d'énergie ou d'autres produits (valeurs négatives) : ceux-ci sont illustrés par des barres hachurées. Les barres pleines illustrent quant à elles la résultante des impacts (comprenant les impacts et les crédits). Enfin, puisque les résultats présentés sont issus

---

<sup>1</sup> Le nombre d'habitations a été déterminé en considérant 2,1 résidents par logement (peu importe la zone d'habitation) et en fonction du nombre de résidents par zone, tel que spécifié au Tableau 4-2.

de moyennes, les écarts-types décrivent les plages de variations entre la pire et la meilleure des options comparées.



**Figure 11-1 : Importance relative des étapes de gestion des matières résiduelles.**

Notes : Les barres hachurées représentent des impacts (valeurs positives) et des crédits environnementaux (valeurs négatives), alors que les barres pleines représentent l'impact résultant (impact-crédit combinés). Les résultats sont présentés en points (Pt), l'unité du score unique établi par la méthode IMPACT2002+ pour permettre la comparaison directe de différents impacts environnementaux. Les écarts-type illustrent la plage de variation entre la pire et la meilleure des options comparées.

De cette figure, il ressort que :

- En moyenne, les outils pour la collecte des matières recyclables ont une importance assez faible par rapport aux autres étapes de gestion. L'étude des écarts-type montre cependant que, dans le pire des cas (c.-à-d. emploi de 2 sacs de plastique par semaine par toute la population), les outils de collecte peuvent représenter le même impact que le transport ou le traitement des résidus ultimes pour la catégorie « utilisation des ressources ».
- Le traitement des résidus ultimes est l'étape qui prédomine dans la majorité des cas. À cause des traitements thermiques, l'impact de la gestion des RU se traduit généralement par un crédit environnemental (donc un effet global bénéfique). La grande variabilité des résultats pour cette étape s'explique par les différences entre les traitements thermiques et l'enfouissement.

- En moyenne, la collecte par camions génère autant d'impacts potentiels que l'étape de traitement des RU, sauf pour la catégorie « qualité des écosystèmes ». Cependant, lorsque les gains environnementaux des traitements thermiques sont considérés (impact résultant), la collecte devient l'étape qui génère le plus d'impacts au cours de la gestion des matières résiduelles, dus à la consommation de combustibles fossiles et aux émissions atmosphériques associées.
- Enfin, il est intéressant de constater qu'en moyenne, les impacts de l'étape de traitement des matières organiques sont assez faibles par rapport aux autres étapes de gestion. De plus, les impacts environnementaux sont compensés par les crédits associés à la génération de biogaz et de fertilisants chimiques. Dans le cas des catégories de dommages « Utilisation des ressources » et « Réchauffement climatique » (peu visible à cause de l'échelle du graphique), ces crédits sont plus importants que les impacts, se traduisant par des gains environnementaux.

À la lumière de ces observations, il conviendra de :

- choisir les outils de collecte qui servent le mieux les options de traitement retenues et non uniquement en fonction de leur impact environnemental. L'utilisation généralisée de sacs de plastiques représente cependant une utilisation de ressources importante, équivalente à celle des étapes de collecte et de traitement des RU;
- orienter les efforts sur la réduction des transports par camion pour l'étape de collecte. Les transports de matières organiques et de résidus ultimes sont aussi importants (bien que cachés dans les résultats agrégés des options de traitement);
- favoriser des technologies de traitement qui génèrent de l'énergie et évitent ainsi les impacts associés à la production d'énergies de source fossile.

Puisque la variabilité des impacts de l'étape de traitement des RU est la plus grande (pouvant aller d'un impact global négatif à un gain environnemental compensant pour tous les impacts générés au cours de la gestion des matières résiduelles), il sera essentiel de porter une attention particulière au choix des technologies. À cette fin, une étude environnementale plus approfondie permettra de mieux caractériser et différencier les impacts réels des différentes options de gestion des résidus ultimes.

## 11.2 Études de sensibilité

### 11.2.1 Prix de vente du biogaz

Comment se compare les coûts de gestion des matières organiques proposées à l'enfouissement ? Considérant simplement le coût de l'enfouissement à 60 \$ par tonne, il est moins cher de composter en andains sur aires ouvertes (45 \$/t) ou en mode semi-fermé (51-54 \$/t), mais il est passablement plus cher de procéder à leur digestion

anaérobie pour produire du biogaz (102-138 \$/t selon les installations évaluées). Ces prix de revient ne prennent cependant pas en compte le coût du transport.

Une étude de sensibilité comparant l'option d'enfouissement (1A-RU) aux options de gestion des matières organiques évaluées a donc été effectuée pour déterminer à partir de quel prix de vente du biogaz il devenait plus intéressant de méthaniser les matières putrescibles plutôt que de les enfouir.

Rappelons que le coût de traitement et de transport combinés pour le scénario 1A-RU est de 66 \$/tonne.

**Tableau 11-1 : Étude de sensibilité sur le prix de vente du biogaz issu de la digestion anaérobie**

	2B.1-MO DA, 50 000 t (#7) avec post- compostage	2B.2-MO DA, 50 000 t (#8) sans post- compostage	2B.3-MO DA, 50 000 t (#9) compostage double digestat	2D-MO DA, 85 000 t (#10) avec post- compostage	3A-MO DA, 50 000 t (#1+7)	3B-MO DA, 85 000 t (#1+10)
Coût de gestion*	91 \$/t	89 \$/t	88 \$/t	82 \$/t	92 \$/t	83 \$/t
Différence avec l'enfouissement	+ 25 \$/t	+ 23 \$/t	+ 22 \$/t	+ 16 \$/t	+ 26 \$/t	+ 17 \$/t
Quantité de biogaz produit	73,7 m <sup>3</sup> /t	73,7 m <sup>3</sup> /t	73,7 m <sup>3</sup> /t	61,0 m <sup>3</sup> /t	73,7 m <sup>3</sup> /t	61,0 m <sup>3</sup> /t
<b>Seuil de rentabilité du biogaz</b>	<b>0,34 \$/m<sup>3</sup></b>	<b>0,31 \$/m<sup>3</sup></b>	<b>0,29 \$/m<sup>3</sup></b>	<b>0,27 \$/m<sup>3</sup></b>	<b>0,36 \$/m<sup>3</sup></b>	<b>0,28 \$/m<sup>3</sup></b>

\* Comprend le traitement et le transport. Exclut les revenus issus de la vente des produits.

À la lumière des données du Tableau 11-1, il apparaît que si le biogaz produit par digestion anaérobie se vendait à environ 30 ¢/m<sup>3</sup> (plutôt que les 15 ¢ posés précédemment dans le rapport), il serait équivalent, du point de vue strictement économique, de méthaniser la matière organique ou de l'enfouir. Ce seuil de rentabilité ne prend cependant pas en compte les revenus potentiels associés à la vente de compost. En supposant que le compost produit puisse être vendu à 5 \$/tonne, le seuil de rentabilité serait réduit de 3 ¢/m<sup>3</sup> de biogaz (10 %) en moyenne.

### 11.2.2 Distance de transport des résidus ultimes

Tel que mentionné précédemment, l'enfouissement est l'option la moins coûteuse pour la gestion des résidus ultimes. Cependant, il est impossible pour la Ville de Montréal d'enfouir tous ses RU sur l'île ; du transport est donc nécessaire. Par hypothèse, il a été considéré que la distance de transport était de 55 km.

Pour déterminer à partir de quelle distance il devient plus coûteux de transporter et d'enfouir les résidus ultimes plutôt que de les traiter localement, une étude de sensibilité a été effectuée. Les scénarios 1A-RU (enfouissement seulement) et 2A-RU (incinération seulement) ont été comparés.

À un coût de transport de **1,55 \$/km** (tel que considéré dans la présente étude, issu de l'étude de Dessau-Soprin, 2005), il faudrait que le site d'enfouissement soit à une distance de **420 km** pour qu'il soit économiquement équivalent d'enfouir ou d'incinérer sur l'île (pour les deux scénarios, il en coûterait alors 107 \$/t de RU).

Cette distance est cependant entièrement dépendante du coût de transport. Aussi, advenant une flambée des prix du pétrole, ce coût sera très certainement modifié à la hausse. Un second calcul, supposant une augmentation du coût de transport de 10 % par année a été effectué. À terme, en 2018, il en coûterait ainsi **4,42 \$/km** pour transporter les matières résiduelles par camion semi-remorque. À ce prix, il faudrait que le site d'enfouissement soit à une distance de **148 km** pour qu'il soit économiquement équivalent d'enfouir ou d'incinérer sur l'île (pour les deux scénarios, il en coûterait encore une fois 107 \$/t de RU). Enfin, il est à noter que si le prix du pétrole augmente, tout le marché de l'énergie sera à la hausse, ce qui se traduira par une augmentation des revenus associés à l'énergie produite par l'incinérateur. En conséquence, le coût de traitement des RU en incinérateur diminuera, faisant en sorte que la distance minimale à parcourir pour que les options 1A-RU et 2A-RU soient économiquement équivalentes sera diminuée encore davantage.

### 11.3 Limites de l'évaluation comparative

L'analyse effectuée dans cette étude est basée sur une approche simplifiée. De ce fait, certaines limites doivent être soulignées, puisqu'elles influencent les résultats et introduisent une incertitude difficilement quantifiable.

#### 11.3.1 Aspects environnementaux

Tout d'abord, l'**utilisation des terres** n'est pas véritablement prise en compte dans l'analyse environnementale, par manque de modèles de caractérisation valides en ACV. Cet aspect est cependant essentiel à la comparaison des scénarios, vu la grande différence entre l'espace requis pour implanter, par exemple, un gazéificateur ou un site d'enfouissement en bioréacteur. Le **temps d'occupation** est aussi un élément non négligeable qu'il serait intéressant d'intégrer dans une analyse future.

Ensuite, une part d'incertitude est due au fait que les données employées sont issues de pré-design génériques et d'hypothèses simplificatrices. Ainsi, il a notamment été considéré qu'une technologie de traitement conçue pour gérer annuellement 180 000 tonnes avait les mêmes impacts environnementaux par tonne de matière traitée que si elle avait une capacité de traitement de 400 000 tonnes par an. Les résultats de la modélisation environnementale permettent donc d'évaluer les avantages et inconvénients relatifs des options comparées, mais ne sont pas suffisamment détaillés pour qu'un choix technologique soit effectué sur leur seule base.

#### 11.3.2 Aspects sociaux

En ce qui a trait aux aspects sociaux, compte tenu de l'absence de données spécifiques ou génériques, l'expertise générale des répondants au sujet des technologies évaluées a été mise à profit. Par exemple, afin d'évaluer les risques de nuisances associées aux diverses options de traitement, ces dernières ont été ordonnancées par les ingénieurs

des firmes de génie conseil, en collaboration avec le CIRAIG, et ce, dans un contexte prospectif et sans donnée brute (mesure de bruit, suivi des odeurs, plans d'aménagement extérieur, etc.). Ainsi, la qualité des données sociales de l'étude pourrait éventuellement être améliorée en se basant sur des **analyses sur sites** et des **enquêtes auprès de la population** (lors de processus de consultation ou de groupe de discussion par exemple).

De plus, il a été constaté que plusieurs des critères sociaux retenus sont difficilement évaluable dans un mode prospectif, puisque le mode de **gouvernance** et les **lieux d'implantation** y jouent un rôle majeur. Par exemple, les risques de nuisances (critère S3) dépendent du niveau d'exposition des citoyens. Ainsi, l'implantation d'une technologie comme une usine de tri-compostage dans un lieu densément peuplé comporte plus de risque de nuisances que dans un quartier industriel. De même, tel que spécifié dans lors de la présentation des critères, l'évaluation du potentiel d'implication citoyenne et des incidences sociales (indicateur S1.3) d'une technologie ou d'un scénario est quasi impossible en mode prospectif, puisqu'ils dépendent entièrement de la manière dont seront gérées les installations et des conditions qui seront posées lors de l'octroi des contrats par la municipalité. Ainsi, un incinérateur pourra avoir des retombées sociale extrêmement positives si son implantation est faite de façon harmonieuse et qu'une mission de sensibilisation et d'éducation de la population y est intégrée. Dans un même ordre d'idées, les conditions de travail des employés, ne pourront réellement être évaluées qu'une fois les opérations débutées.

### **11.3.3 Aspects technico-économiques**

Le critère T2 « Aspects techniques » donne un éclairage partiel sur la qualité des produits obtenus. En effet, dans l'évaluation, la qualité des combustibles générés par l'enfouissement en bioréacteur, la digestion anaérobie et la gazéification n'a pas été prise en compte. Lors de la définition des critères d'évaluation, seule la qualité des produits (compost, sels, soufre) a été retenue pour analyse, puisqu'il s'agit d'informations plus facilement accessibles dans le cadre d'études prospectives.

D'autre part, le bilan économique ne tient pas compte de l'évolution du marché dans le temps et seule la redevance actuelle est considérée. Or, l'augmentation éventuelle du coût de l'énergie (gaz naturel, pétrole...) aura sans aucun doute un effet sur les revenus des technologies de gestion des matières résiduelles productrices de carburants, de même que sur les coûts de transport.

## 12. CONCLUSIONS GÉNÉRALES

Cette étude visait l'évaluation comparative de différentes options de gestion de matières résiduelles pour la Ville de Montréal. Pour comparer les outils de collecte, options de collecte et scénarios de traitement des matières organiques et des résidus ultimes, une méthode d'analyse de cycle de vie simplifiée, permettant l'intégration des aspects environnementaux, sociaux et économique a été employée. Des critères d'évaluation ont permis de quantifier ou qualifier les performances des options évaluées en regard des trois pôles du développement durable.

Les résultats de cette étude ont montré les points forts et les points faibles des diverses options comparées. De façon générale, il ressort que les deux paramètres importants à prendre en compte lors du choix d'une **technologie de traitement** sont :

- **Les distances de transport parcourues** : à cause de la consommation de carburants fossiles, des émissions atmosphériques, du coût de transport (qui augmentera inévitablement dans les années à venir) et des nuisances associées au passage des camions ;
- **La quantité d'énergie produite** : toute production d'énergie à partir des technologies de traitement se traduit par une économie de ressource ailleurs (production de gaz naturel évitée ou autre). Cet aspect est prédominant dans le bilan environnemental des scénarios évalués. De plus, il s'agit d'une source de revenu non négligeable qui pourrait, advenant une augmentation des prix de l'énergie, rendre la digestion anaérobie, la gazéification et l'incinération plus économiques que l'enfouissement.

Dans une moindre mesure, **la proportion de matière recyclée** entrant dans la fabrication des **outils de collecte** a une influence importante sur le bilan environnemental de ces derniers. Il conviendrait donc d'exiger des fournisseurs un contenu recyclé minimal, et ce, particulièrement pour les bacs roulants.

En terminant, l'étude qui a été présentée dans ce rapport ne prétend pas fournir tous les éléments nécessaires au choix des scénarios de gestion des matières résiduelles ni représenter avec exactitude la réalité montréalaise de 2018 (année de référence des analyses environnementales). L'outil d'analyse employé, basé sur des données prospectives simplifiées et de multiples hypothèses de travail, offre néanmoins aux décideurs un éclairage supplémentaire, le plus transparent possible, face à la complexité des enjeux de la gestion des matières résiduelles municipales.

## 13. RÉFÉRENCES

### 13.1 Documents et sites Internet

- CIRAIG (2003). Life Cycle Assessment of the Bioreactor Concept and Engineered Landfill for Municipal Solid Waste Treatment, Rapport final d'une étude réalisée pour Environnement Canada, 74 pages + 9 annexes.
- CMM (2006). Plan métropolitain de gestion des matières résiduelles. Vers une gestion responsable de notre environnement, Communauté métropolitaine de Montréal, 108 pages.
- DESSAU-SOPRIN (2005). Le transbordement des matières résiduelles sur l'île de Montréal, rapport final, septembre 2005. Étude réalisée pour la Ville de Montréal, en collaboration avec l'UQÀM ESG. 48 pages, 2 annexes.
- DESSAU-SOPRIN et SOLINOV (2007). Étude sur les modes, outils et choix technologiques pour les collectes sélectives des matières résiduelles applicables au territoire de l'Agglomération de Montréal, rapport final, février 2007. Étude réalisée par la Ville de Montréal.
- DUBREUIL, A. (2005). Analyse de la consommation d'électricité de la clientèle résidentielle du Québec. Rapport de recherche présenté à la Faculté des études supérieures en vue de l'obtention du grade de Maîtrise ès sciences en sciences économiques, Département des Sciences économiques, Université de Montréal, 42 pages. Disponible sur <https://papyrus.bib.umontreal.ca/dspace/bitstream/1866/289/1/a1.1g1012.pdf> (page visité le 10 juillet 2007)
- GAZ METRO (Internet). Consommation moyenne des appareils. Disponible sur : <http://www.gazmetro.com/Clients-Residentiel/Appareils-gaz-naturel/Consommation.aspx> (page visité le 10 juillet 2007).
- GAZ METRO (Internet). Plan du réseau de transport et d'alimentation de gaz naturel au Québec. Disponible sur [http://www.corporatif.gazmetro.com/Data/Media/reseau\\_FR.pdf](http://www.corporatif.gazmetro.com/Data/Media/reseau_FR.pdf) (page visitée le 12 juillet 2007).
- GRAEDEL, T.E. (1998). Streamlined Life-cycle Assessment, Prentice Hall, 310 pages.
- MDDEP (1998). Politique québécoise de gestion des matières résiduelles 1998-2008 (PQGMR), disponible sur : [http://www.mddep.gouv.qc.ca/matieres/mat\\_res/index.htm](http://www.mddep.gouv.qc.ca/matieres/mat_res/index.htm)
- ISO 14040 (2006). Management environnemental — Analyse du cycle de vie — Principes et cadre, Organisation internationale de normalisation, 24 pages.
- ISO 14044 (2006). Management environnemental — Analyse du cycle de vie — Exigences et lignes directrices, Organisation internationale de normalisation, 56 pages.
- JOLLIET, O., MARGNI, M., CHARLES, R., HUMBERT, S., PAYET, J., REBITZER, G. et ROSENBAUM, R. (2003). IMPACT 2002+: A New Life Cycle Impact Assessment Methodology. *International Journal of LCA*, **8**(6) pp.324-330.
- LEDUC, A. (2005). Collecte sélective des matières recyclables. Description et analyse comparative des outils de collecte utilisés au Québec. Étude réalisée par la Division de la gestion des matières résiduelles, Direction de l'environnement de la Ville de Montréal, 23 pages.

- RALSTON inc. (Internet). Spécifications d'emballage des sacs à ordures plats SUPERSAK®. Disponible sur <http://www.cttgroupp.com/ralston/francais/PDF/SupersakPlat.pdf> (page visitée le 12 juillet 2007).
- SAATY, T.L. (1994). How to Make a Decision: The Analytic Hierarchy Process, Interfaces, 4(6), pp.19-43.
- SNC-LAVALIN et SOLINOV (2007). Étude comparative des technologies de traitement des résidus organiques et des résidus ultimes applicables à la région métropolitaine de Montréal. Rapport final présenté à la Communauté Métropolitaine de Montréal, mai 2007, 129 pages, 2 annexes.
- SOLINOV (2007a). Étude de faisabilité des technologies de traitement des matières organiques applicables aux territoires de l'Agglomération de Montréal, Rapport final pour la Ville de Montréal, novembre 2006, 145 pages, 6 annexes.
- SOLINOV (2007b). Analyse d'options technologiques de traitement des matières organiques de l'Agglomération de Montréal en vue de l'ACV simplifiée du CIRAIG, Rapport final préliminaire pour la Ville de Montréal, juin 2007, 19 pages.
- TODD, J.A., CURRAN, M.A., WEITZ, K., SHARMA, A., VIGON, B., PRICE, E., NORRIS, G., EAGAN, P., OWENS, W. et VEROUTIS, A. (1999). Streamlined Life-Cycle Assessment : A Final Report from the SETAC North America Streamlined LCA Workgroup, July 1999, 31 pages. Rapport disponible sur : <http://www.setac.org/files/lca.pdf>
- VILLE DE MONTRÉAL (2007). Sacs de recyclage, bacs de récupération et bacs roulants. Appel d'offres public N°07-10300. Spécifications techniques, 10 pages.

## 13.2 Communications personnelles

- Comm\_A. Conversation téléphonique tenue le 16 mai 2007 avec M. Gille Bergeron (EDB).
- Comm\_B. Conversation téléphonique tenue le 3 mai 2007 avec M. Richard Lanciot, (Récupération les Marronniers).
- Comm\_C. Conversation téléphonique tenue le 14 mai 2007 avec M. Karl Paré (Machinex) et M. Pierre Gravel (Ville de Montréal).
- Comm\_D. Conversation téléphonique tenue le 7 juin 2007 avec M. Charles Tremblay (ex-président Matrec).
- Comm\_E. Conversation téléphonique tenue le 11 juin 2007 avec M. Michel Leboeuf (Colsel).

## LISTE DES ANNEXES

<b>ANNEXE A : ÉLÉMENTS DE SÉLECTION DES CRITÈRES D'ÉVALUATION.....</b>	<b>A-1</b>
<b>ANNEXE B : MÉTHODOLOGIE DE L'ANALYSE DU CYCLE DE VIE (ACV) .....</b>	<b>B-1</b>
B.1 DÉFINITION DE L'OBJECTIF ET DU CHAMP DE L'ÉTUDE .....	B-2
B.2 ANALYSE DE L'INVENTAIRE .....	B-4
B.2.1 <i>Description des catégories de données.....</i>	<i>B-5</i>
B.2.2 <i>Recueil des données .....</i>	<i>B-7</i>
B.2.3 <i>Validation des données.....</i>	<i>B-7</i>
B.2.4 <i>Mise en rapport des données avec le processus élémentaire .....</i>	<i>B-8</i>
B.2.5 <i>Mise en rapport des données avec l'unité fonctionnelle.....</i>	<i>B-8</i>
B.3 ÉVALUATION DES IMPACTS .....	B-8
B.3.1 <i>Sélection des catégories d'impact et des modèles de caractérisation .....</i>	<i>B-9</i>
B.3.2 <i>Classification et caractérisation des résultats d'inventaire .....</i>	<i>B-11</i>
B.3.3 <i>Éléments optionnels.....</i>	<i>B-11</i>
B.4 INTERPRÉTATION .....	B-12
B.5 RÉFÉRENCES .....	B-13
<b>ANNEXE C : DONNÉES ET MODÉLISATION ENVIRONNEMENTALE.....</b>	<b>C-1</b>
<b>ANNEXE D : DONNÉES SOCIALES ET TECHNICO-ÉCONOMIQUES .....</b>	<b>D-1</b>
<b>ANNEXE E : HYPOTHÈSES .....</b>	<b>E-1</b>
<b>ANNEXE F : RÉSULTATS BRUTS - MODÉLISATION ENVIRONNEMENTALE ET SCORES.....</b>	<b>F-1</b>



**ANNEXE A :**  
**ÉLÉMENTS DE SÉLECTION DES CRITÈRES D'ÉVALUATION**

---

Une liste d'éléments de sélection des critères a été employée afin d'assurer une certaine rigueur méthodologique ainsi qu'une uniformité entre les composantes sociales et environnementales et économiques (Verfaillie et *al.*, 2000). En ce sens, les critères doivent :

1. Être pertinents;
2. Être clairement définis, transparents et simples d'utilisation et ce, pour toutes les parties prenantes;
3. Être mesurables, c'est-à-dire, être observables, quantifiables ou qualifiables;
4. Permettre une meilleure gestion afin d'augmenter la performance environnementale sociale, ou économique du scénario;
5. Être souples et sensibles à l'évolution de la composante;
6. Être fiables, c'est-à-dire, assurer une certaine régularité dans l'information;
7. Fournir un portrait représentatif et complet de la problématique reliée à chacune des composantes;
8. Permettre l'évaluation de toutes les activités du scénario et ce, sur tout le cycle de vie du traitement des déchets;
9. Permettre une gestion optimale des éléments suivants lors de l'utilisation de l'outil d'évaluation : ressources, temps, expertise;
10. Être constitués d'un nombre limité et représentatif d'indicateurs afin de ne pas alourdir le processus d'évaluation.

**Référence :**

VERFAILLIE, A. H, BIDWELL, R. (2000) Measuring Eco-efficiency, A guide to reporting company performance. World Business Council for Sustainable Development Report, 36 p.

**ANNEXE B :**  
**MÉTHODOLOGIE DE L'ANALYSE DU CYCLE DE VIE (ACV)**

---

La méthodologie de l'analyse du cycle de vie (ACV) est régie par l'Organisation internationale de normalisation (ISO), en particulier la série de normes ISO 14 040. L'ACV implique l'identification et la quantification des entrants et des sortants (de matière et d'énergie) reliés au produit ou à l'activité évalué durant l'ensemble de son cycle de vie, ainsi que l'évaluation des impacts potentiels associés à ces entrants et sortants.

Ainsi, une ACV complète est constituée de quatre grandes phases et consiste à :

1. Définir les objectifs et le champ de l'étude (c.-à-d. le modèle d'étude définissant le cadre méthodologique auquel doivent se conformer les phases subséquentes de l'ACV) ;
2. Effectuer l'inventaire de tous les entrants et sortants du ou des systèmes de produits à l'étude ;
3. Évaluer les impacts potentiels liés à ces entrants et sortants ;
4. Interpréter les données d'inventaire et les résultats de l'évaluation des impacts en liaison avec les objectifs et le champ de l'étude.

Les paragraphes suivants présentent les principaux aspects méthodologiques de chacune des phases de l'ACV.

## **B.1 Définition de l'objectif et du champ de l'étude**

La première phase de l'ACV, appelée définition de l'objectif et du champ de l'étude, présente essentiellement la raison de l'étude et la façon dont celle-ci sera conduite afin d'atteindre cette fin (c.-à-d. le modèle d'étude définissant le cadre méthodologique auquel doivent se conformer les phases subséquentes de l'ACV).

L'application envisagée et le public cible doivent d'abord être clairement définis puisqu'ils vont fixer la profondeur et l'ampleur de l'étude.

Selon l'ISO, les analyses du cycle de vie s'effectuent en mettant au point des modèles qui décrivent les éléments clés des systèmes physiques. Le système de produits<sup>1</sup> représente les activités humaines considérées dans l'étude et l'évaluation des impacts est basée sur des modèles (mécanismes environnementaux) qui lient les interventions environnementales de ces activités et leurs effets potentiels sur l'environnement.

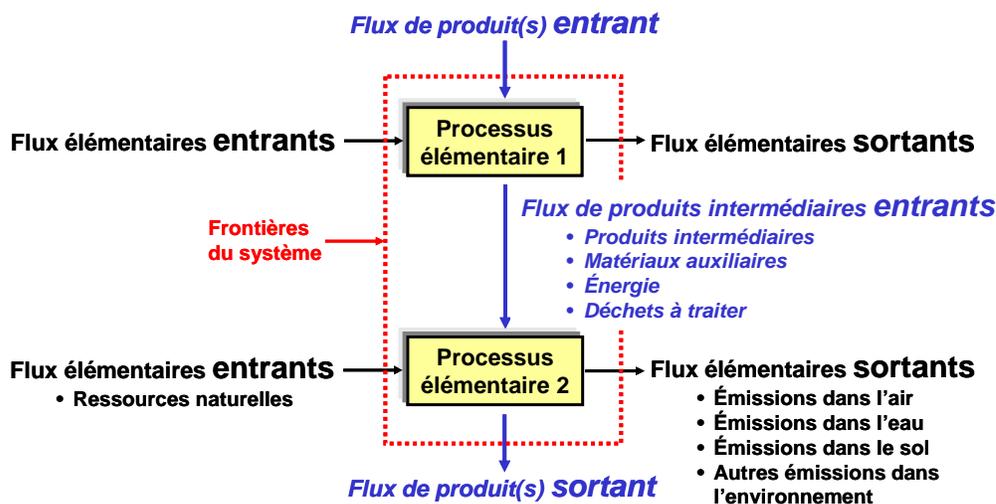
L'ISO définit un **système de produits** comme un ensemble de processus élémentaires liés par des flux de matière et d'énergie qui remplissent une ou plusieurs fonctions. Dans ce sens, le sujet d'une ACV est caractérisé par ses fonctions et non seulement en termes de ses produits finaux. Ceci permet la comparaison de produits qui n'ont pas la même performance fonctionnelle par unité de produit (p. ex. une tasse de Styromousse à usage unique et une tasse en céramique qui est réutilisée plusieurs fois), puisque la quantification de la performance fonctionnelle, au moyen de l'**unité fonctionnelle**, fournit une référence à partir de laquelle sont mathématiquement normalisés les entrants et les sortants des systèmes comparés (p. ex. boire 2 tasses de café par jour durant un an). La spécification de l'unité fonctionnelle est le point de départ de la définition des frontières du système de produits puisqu'elle indique quels sont les processus

---

<sup>1</sup> Le terme « produits » utilisé seul peut comprendre non seulement des systèmes de produits mais aussi des systèmes de services.

élémentaires qui doivent être inclus pour remplir cette fonction. Plus la définition de l'unité fonctionnelle est précise, plus les frontières du système sont restrictives.

Un processus élémentaire, tel que défini par l'ISO, est la plus petite partie d'un système de produits pour laquelle sont recueillies des données (c.-à-d. il peut représenter un procédé chimique spécifique ou une usine complète incluant de nombreux sous-procédés). Un processus élémentaire est caractérisé par ses entrants et sortants, si le processus élémentaire représente plus d'un sous-procédé, leurs entrants et sortants sont alors agrégés ensemble. Selon l'ISO, les processus élémentaires sont liés les uns aux autres par des **flux de produits intermédiaires** et sont également liés à d'autres systèmes de produits par des **flux de produits** et à l'environnement par des **flux élémentaires** (Figure B-1). Les flux de produits intermédiaires et les flux de produits peuvent être regroupés sous le terme **flux économiques** (matière, énergie ou service).



**Figure B-1 : Frontières et processus élémentaires d'un système de produits.**

L'utilisation d'un diagramme de procédés illustrant les processus élémentaires et leurs interrelations (flux de matières et d'énergie) permet le suivi des frontières du système de produits.

Selon l'ISO, dans l'idéal il convient de modéliser le système de produits de telle sorte que les entrants et les sortants à ses frontières soient des flux élémentaires. Dans de nombreux cas, il n'y a cependant ni assez de temps, ni assez de données, ni assez de ressources pour effectuer une étude aussi complète. Des décisions doivent être prises concernant les processus élémentaires et les flux élémentaires<sup>1</sup> qui doivent être initialement inclus dans l'étude. L'ISO stipule également qu'il n'est pas nécessaire de quantifier des entrants et des sortants qui ne changeront pas de façon significative les conclusions globales de l'étude, elle suggère aussi des critères pour l'inclusion des flux (p. ex. contribution au-dessus d'un certain seuil aux bilans de masse ou d'énergie ou pertinence environnementale).

<sup>1</sup> Puisque les flux élémentaires quantifiés sont les données d'entrée de l'évaluation des impacts, le choix des impacts à évaluer va affecter le choix des flux élémentaires à suivre.

La liste de tous les processus élémentaires et flux élémentaires à modéliser peut être corrigée avec l'acquisition de nouvelles informations, les décisions menant à ce raffinement des frontières du système devant être clairement présentées.

L'ISO suggère une série de principes et de procédures afin de réaliser l'imputation des flux (élémentaires et économiques) associés aux processus élémentaires multifonctionnels (c.-à-d. qui génèrent plus d'un produit (coproduits) ou qui participent au recyclage de produits intermédiaires). Les règles d'imputation prescrites par l'ISO sont données ci-après en ordre de priorité.

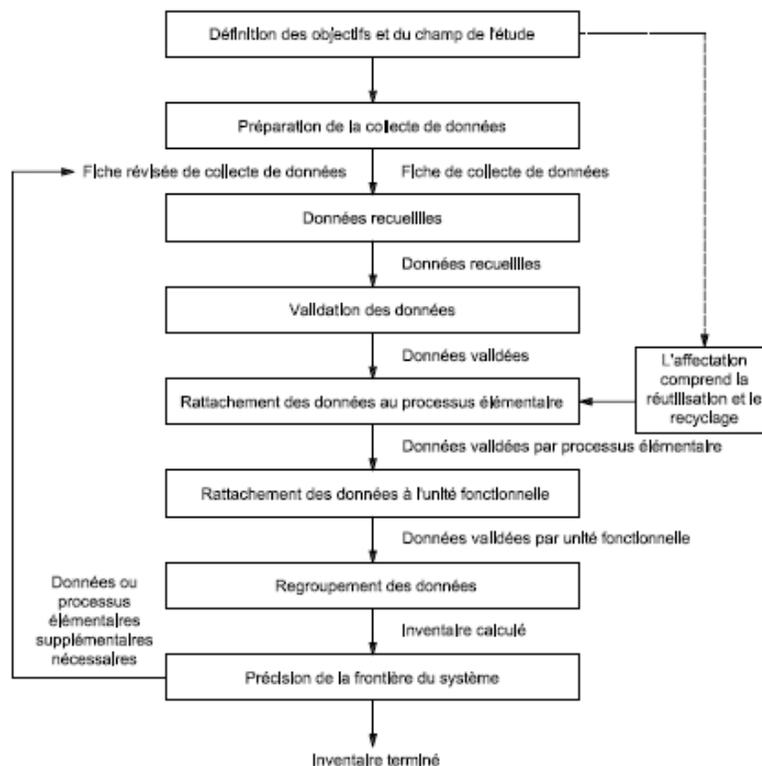
- Il convient dans la mesure du possible d'éviter l'imputation. Pour ce faire, il est possible de : 1) diviser le processus élémentaire à imputer en deux ou plusieurs sous-processus; ou 2) étendre les frontières du système de produits pour inclure les fonctions supplémentaires associées aux coproduits.
- Lorsque l'imputation ne peut être évitée, il convient de diviser les entrants et les sortants du processus à imputer entre les différents coproduits de manière à refléter des relations physiques sous-jacentes entre eux (p. ex. masse ou énergie).
- Lorsqu'une relation physique ne peut être établie, il convient de répartir les entrants et les sortants de manière à refléter d'autres relations entre eux (p. ex. la valeur économique des coproduits).

Une fois que la liste des processus élémentaires inclus dans le système de produits est complétée et afin de construire l'inventaire du système et de poursuivre avec l'évaluation des impacts potentiels, les données pertinentes concernant ces processus (c.-à-d. les entrants et les sortants) doivent être collectées. Cependant, avant de faire cette collecte, les exigences relatives à leur qualité (couverture temporelle, géographique et technologique, précision et complétude), leurs sources (spécifiques ou génériques), leur type (mesurées, calculées ou estimées), leur nature (déterministe ou probabiliste), et leur niveau d'agrégation doivent être déterminées afin de respecter les objectifs de l'étude.

## **B.2 Analyse de l'inventaire**

La seconde phase de l'ACV, appelée l'analyse de l'inventaire, est la quantification des flux élémentaires pertinents qui traversent les frontières du système de produits.

La procédure de calcul utilisée pour compléter l'inventaire est présentée à la Figure B-2.



**Figure B-2 : Procédure de calcul de l'inventaire.**  
(tiré de ISO 14 044, 2006)

### **B.2.1 Description des catégories de données**

Les données utilisées dans le cadre de l'analyse de l'inventaire du cycle de vie peuvent être classifiées selon leur source (spécifique ou générique), leur type (mesurées, calculées ou estimées), leur nature (déterministe ou probabiliste) et leur niveau d'agrégation.

#### B.2.1.1 Classification selon la source

##### Données spécifiques ou primaires

Les données spécifiques sont collectées à partir des installations associées aux processus élémentaires inclus dans les frontières du système. L'analyste responsable de leur collecte a un accès direct aux données lors de leur collecte ou a un contrôle direct sur le processus de collecte (c.-à-d. la méthodologie employée). Autrement que pour caractériser les installations incluses dans l'étude, ce type de données n'est pas recommandé à cause de son manque de représentativité, à moins que 1) aucune autre source de données ne soit disponible ou 2) un nombre suffisant d'installations du même secteur industriel fournissent des données afin de calculer des moyennes industrielles représentatives (ces dernières peuvent ainsi devenir des données génériques pour d'autres études).

##### Données génériques ou secondaires

Les données génériques sont obtenues de sources publiées (c.-à-d. bases de données commerciales, littérature spécialisée). L'analyste n'a pas accès aux données lors de leur

collecte. Ces données ne sont généralement pas accompagnées de métadonnées<sup>1</sup> suffisantes pour obtenir de l'information sur la méthodologie de collecte et sur la variabilité des données.

#### B.2.1.2 Classification selon le type

##### Données mesurées

Les données mesurées proviennent d'installations réelles et sont issues d'un programme de surveillance continue (c.-à-d. monitoring) ou d'un programme d'échantillonnage ponctuel. Il est donc potentiellement possible d'obtenir des informations sur leur variabilité et leur distribution.

##### Données calculées

Les données calculées résultent de l'utilisation de modèles afin de représenter des procédés ou des phénomènes. Leur qualité dépend donc de la validité des modèles. Ces données peuvent être validées et/ou suppléées par des données mesurées.

##### Données estimées

Les données estimées incluent celles basées sur le jugement professionnel ou les règles du pouce. Elles ne sont utilisées que lorsqu'aucun autre type de données n'est disponible.

#### B.2.1.3 Classification selon la nature

##### Données déterministes

Les données déterministes sont représentées par des valeurs uniques (c.-à-d. mesure, résultat de calcul ou estimation) pour chacun des paramètres caractérisés (c.-à-d. flux). Il n'est donc pas possible de connaître la précision et la variabilité des valeurs rapportées.

##### Données probabilistes

Les données probabilistes sont représentées par des plages de valeurs ou des fonctions de distribution de probabilités (p. ex. triangulaire, normale, log-normale) pour chacun des paramètres caractérisés (c.-à-d. flux). Elles rendent ainsi compte de l'imprécision et de la variabilité de la valeur d'un paramètre et permettent éventuellement d'analyser, lors de la phase d'interprétation, l'incertitude des résultats obtenus lors des phases d'analyse de l'inventaire et d'évaluation des impacts.

#### B.2.1.4 Classification selon le niveau d'agrégation

Le niveau d'agrégation des données fait référence au nombre de processus élémentaires qui sont représentés par une même donnée. Lorsque complètement désagrégées, les données décrivant une étape spécifique du cycle de vie ou un système de produits sont disponibles pour chaque processus individuel inclus dans l'étape ou le système. À l'inverse, ces mêmes données peuvent être complètement agrégées en une seule donnée, qui à elle seule décrit l'étape ou le système considéré (tous les flux

---

<sup>1</sup> Informations accompagnant la donnée d'inventaire et qui donne des renseignements à propos de la donnée (e.g. son origine, la méthodologie utilisée lors de sa collecte, les frontières du processus élémentaire décrit).

élémentaires d'une même substance sont sommés en un seul flux). Il y a donc une perte d'information avec l'augmentation du niveau d'agrégation puisqu'il n'est plus possible de connaître la contribution individuelle de chacun des processus élémentaires agrégés. Il est parfois difficile d'établir le niveau d'agrégation (et la liste des processus agrégés) des données génériques disponibles dans les bases de données commerciales.

### **B.2.2 Recueil des données**

Selon la complexité du système de produits étudié (c.-à-d. le nombre et la nature des processus élémentaires inclus dans ses frontières), la quantité de données qui doivent être recueillies est souvent considérable. Le recours à des bases de données d'inventaire commerciales facilite ce processus, en fournissant des données sur plusieurs processus élémentaires (p. ex. production de matériaux et d'énergie, transports). Ces bases de données sont majoritairement européennes et donc, ne sont pas vraiment représentatives du contexte canadien. Elles peuvent toutefois être adaptées à celui-ci si les données qu'elles contiennent sont suffisamment désagrégées et si les informations nécessaires pour le faire sont disponibles<sup>1</sup>. La méthodologie utilisée pour faire la collecte des données doit être clairement présentée.

### **B.2.3 Validation des données**

Les données recueillies pour chaque processus élémentaire peuvent être validées en 1) les évaluant en relation avec les exigences déterminées durant la définition de l'objectif et du champ de l'étude quant à leur qualité, et 2) réalisant des bilans de masse ou d'énergie ou des analyses comparatives des facteurs d'émission. Si des anomalies évidentes sont identifiées, des données alternatives conformes aux exigences préalablement établies sont nécessaires.

La disponibilité et la qualité des données pertinentes (p. ex. lacunes dans les données, moyennes génériques au lieu de données spécifiques) vont limiter l'exactitude de l'ACV. Il y a présentement un manque de données d'inventaire spécifiques nord américaines, ce qui va affecter les résultats d'études faites au Canada.

L'absence d'un format de documentation unique<sup>2</sup>, pouvant parfois résulter en une très faible documentation accompagnant les données provenant des bases de données d'inventaire commerciales, peut aussi entraver la collecte et la validation des données en rendant difficile l'évaluation de leur qualité et leur capacité à satisfaire aux exigences établies.

Selon l'ISO, le traitement des données manquantes et des oublis entraîne en règle générale : une valeur de donnée « non zéro » qui est justifiée; une valeur de donnée

---

<sup>1</sup> Des données décrivant la production de certains matériaux en Europe peuvent faire référence à d'autres processus de production de matériaux (par exemple pour des produits intermédiaires ou auxiliaires) ou d'énergie ou des processus de transport. Les données décrivant ces autres processus élémentaires peuvent être remplacés avec des données décrivant les mêmes processus, si disponibles, provenant d'une source plus spécifique au contexte canadien ou nord américain, augmentant ainsi la représentativité géographique des données européennes.

<sup>2</sup> Un tel format permettrait un niveau de documentation suffisant et uniforme pour les données génériques provenant des bases de données d'inventaire commerciales. La norme ISO 14 048 (2002), traitant de cette question, est un pas dans la bonne direction.

« zéro » si elle se justifie; ou une valeur calculée sur la base des valeurs communiquées provenant des processus élémentaires faisant appel à une technologie similaire.

#### **B.2.4 Mise en rapport des données avec le processus élémentaire**

Une fois que les entrants et les sortants de chaque processus élémentaire ont été identifiés, ils sont quantifiés par rapport à un flux de référence déterminé pour chacun des processus (p. ex. 1 kg de matière ou 1 MJ d'énergie). L'ISO stipule que si un processus élémentaire a plus d'un produit (p. ex. une raffinerie pétrolière produit un mélange d'hydrocarbures pétroliers commerciaux) ou entrant (p. ex. un site d'enfouissement sanitaire reçoit des déchets municipaux qui sont un mélange de différents produits), ou s'il recycle des produits intermédiaires ou des déchets en matières premières, les flux de matières et d'énergie ainsi que les émissions dans l'environnement qui leur sont associés, doivent être imputés aux différents co-produits ou co-entrants selon des règles clairement présentées lors de la définition de l'objectif et du champ de l'étude. L'ISO suggère également une série de principes et de procédures afin réaliser cette imputation.

#### **B.2.5 Mise en rapport des données avec l'unité fonctionnelle**

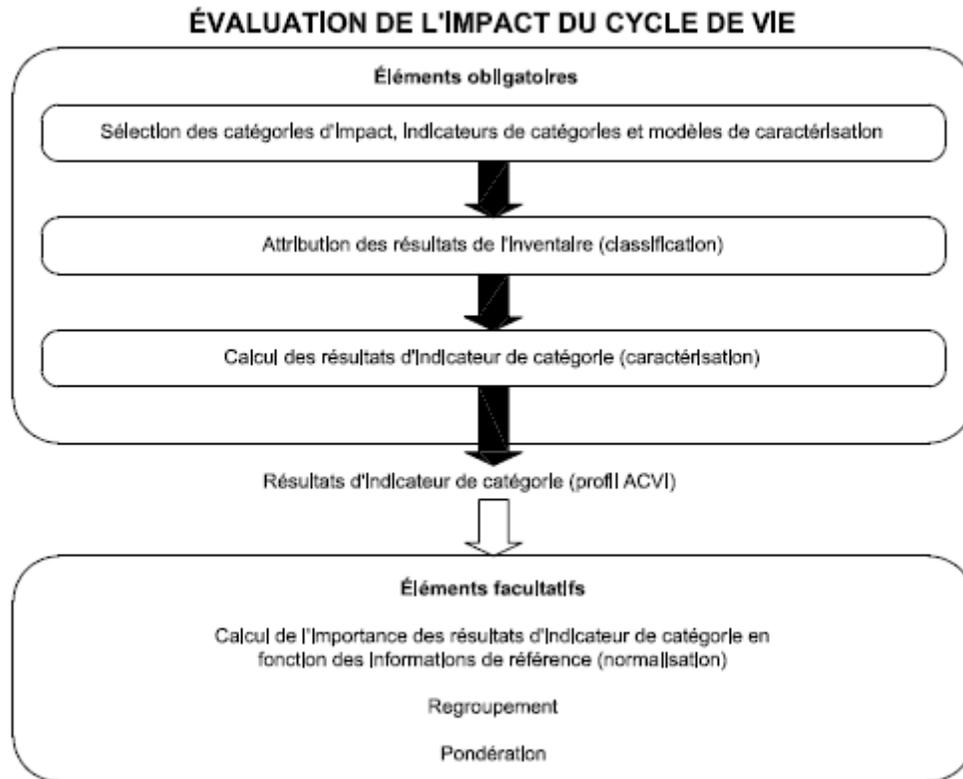
Les entrants et les sortants de tous les processus élémentaires inclus dans le système de produits sont alors normalisés par rapport à l'unité fonctionnelle et agrégés. Selon l'ISO, le niveau d'agrégation doit être suffisant pour répondre aux objectifs de l'étude, et les catégories de données (c.-à-d. substances individuelles ou groupes de ressources naturelles ou d'émissions dans l'environnement) ne devraient être agrégées seulement si elles concernent des substances équivalentes et des impacts similaires sur l'environnement.

### **B.3 Évaluation des impacts**

La troisième phase de l'ACV, appelée l'évaluation des impacts du cycle de vie (ÉICV), est l'interprétation des résultats de l'analyse de l'inventaire du cycle de vie du système de produits étudié afin d'en comprendre la signification environnementale.

L'analyse de l'inventaire permet la quantification des échanges entre le système de produits et l'environnement. Selon le champ d'étude, l'information obtenue sera plus ou moins importante (c.-à-d. des centaines de flux de ressources naturelles et d'émissions dans l'environnement peuvent être quantifiés) et son utilisation pratique peut s'avérer difficile. Durant la phase d'ÉICV, certains enjeux environnementaux, appelés catégories d'impact, sont modélisés et des indicateurs de catégories sont utilisés pour condenser et expliquer les résultats de la phase d'inventaire.

Selon l'ISO, le cadre méthodologique de l'ÉICV présente des éléments obligatoires et des éléments optionnels (Figure B-3).



**Figure B-3 : Éléments de la phase d'ÉICV.**  
(Tiré de ISO 14 040, 2006)

### B.3.1 Sélection des catégories d'impact et des modèles de caractérisation

La première étape est la sélection de **catégories d'impact** représentant les points environnementaux à problème considérés durant l'étude. Chaque catégorie est identifiée par un **impact final** (c.-à-d. un attribut ou aspect de l'environnement naturel, de la santé humaine ou des ressources naturelles). Un **mécanisme environnemental** (c.-à-d. chaîne de causalité) est alors établi pour relier les résultats d'inventaire aux impacts finaux et un **indicateur de catégorie** est choisi à un endroit quelconque du mécanisme pour agir comme une représentation quantifiable de la catégorie. Par exemple, la Figure B-4 illustre le mécanisme environnemental pour la catégorie d'impact « Changements climatiques ».



**Figure B-4 : Mécanisme environnemental pour la catégorie d'impact « Changements climatiques ».**

Un **modèle de caractérisation** est alors développé afin d'en tirer des **facteurs de caractérisation**, qui seront ensuite utilisés pour convertir les résultats d'inventaire pertinents en résultats d'indicateur de catégorie selon leur contribution relative à la catégorie d'impact. Par exemple, pour la catégorie « Changements climatiques », les

facteurs de caractérisation représentent le potentiel de réchauffement global de chacun des gaz à effet de serre (en kg de CO<sub>2</sub>-équivalents/kg de gaz) et peuvent être calculés à partir du modèle de l'*Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC). Les résultats d'inventaire convertis en une unité commune peuvent alors être agrégés en un seul **résultat d'indicateur de catégorie** pour chaque catégorie d'impact. Un exemple des termes utilisés dans le cadre de l'ÉICV pour la catégorie « Changements climatiques » est présenté au Tableau B-1.

**Tableau B-1 : Exemple des termes utilisés dans le cadre de l'ÉICV**

Terme	Exemple	Unité
Catégorie d'impact	Changements climatiques	--
Résultats de l'inventaire	Quantité de gaz à effet de serre (GES) par unité fonctionnelle	kg de gaz
Modèle de caractérisation	Modèle de base sur 100 ans élaboré par l' <i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i> (IPCC)	--
Indicateur de catégorie	Forçage radiatif infrarouge	W/m <sup>2</sup>
Facteurs de caractérisation	Potentiel de réchauffement global (GWP <sub>100</sub> ) pour chaque GES	kg d'équivalents CO <sub>2</sub> / kg de gaz
Résultat d'indicateur de catégorie	Somme des résultats d'inventaire caractérisés (c.-à-d. multipliés par leur facteur de caractérisation respectif)	kg d'équivalents CO <sub>2</sub> / unité fonctionnelle
Impacts finaux par catégorie	Maladies, extinction d'espèces, etc.	--
Pertinence environnementale	Le forçage radiatif infrarouge est une donnée indirecte pour des effets potentiels sur le climat, dépendant de l'absorption de chaleur atmosphérique intégrée engendrée par les émissions de la répartition dans le temps de l'absorption de chaleur.	--

(adapté de ISO 14 044, 2006)

Selon l'ISO :

- il convient que les catégories d'impact, les indicateurs de catégorie et les modèles de caractérisation soient acceptés à l'échelle internationale, c.-à-d. qu'ils soient basés sur un accord international ou approuvés par un organisme international compétent;
- il convient que le choix des catégories d'impact reflète un ensemble complet de points environnementaux en rapport avec le système de produits étudié, tout en tenant compte de l'objectif et du champ de l'étude;
- il convient que le modèle de caractérisation pour chaque indicateur de catégorie soit scientifiquement et techniquement valable, et fondé sur un mécanisme environnemental distinct, identifiable et/ou une observation empirique reproductible;
- il convient que les choix de valeurs et les hypothèses faites lors du choix des catégories d'impact, des indicateurs de catégorie et des modèles de caractérisation soient minimisés.

Les catégories d'impact souvent considérées sont présentées au Tableau B-2.

**Tableau B-2 : Catégories d'impact**

Échelle d'impact	Catégorie d'impact
Globale	Potentiel de réchauffement global
	Potentiel de destruction de la couche d'ozone stratosphérique
Régionale	Potentiel d'acidification
	Potentiel d'eutrophisation
	Potentiel de création d'ozone photochimique
Locale	Écotoxicité
	Toxicité humaine
Autres impacts	Utilisation des terres
	Épuisement des ressources abiotiques
	Épuisement des ressources biotiques

(adapté de Udo de Haes *et al.*, 1999)

Cependant, puisqu'il n'y a pas encore une seule méthode ÉICV qui est généralement acceptée, il n'existe pas une liste de catégories d'impact unique, généralement reconnue et utilisée (Udo de Haes *et al.*, 2002). Couramment, un compromis doit être atteint entre les applications envisagées des résultats et l'applicabilité et la praticabilité du choix des catégories et des modèles associés.

### **B.3.2 Classification et caractérisation des résultats d'inventaire**

Une fois que les catégories d'impact ont été sélectionnées, les flux élémentaires inventoriés sont affectés (c.-à-d. classés) à ces catégories selon leurs effets prédits. Certains peuvent être exclusivement affectés à une seule catégorie alors que d'autres peuvent être affectés à plus d'une catégorie lorsque sont considérés des mécanismes d'effets parallèles ou en série.

Les résultats d'inventaire affectés sont ensuite convertis grâce aux facteurs de caractérisation appropriés et aux unités communes des indicateurs de catégorie, et les résultats convertis pour chaque catégorie sont agrégés pour obtenir un résultat d'indicateur sous forme numérique. L'ensemble des résultats d'indicateur forme le **profil d'ÉICV**.

Concernant ce profil, deux éléments doivent être spécialement notés :

1. L'amplitude calculée des impacts considérés ne représente qu'une potentialité puisqu'elle est basée sur des modèles décrivant les mécanismes environnementaux et donc une simplification de la réalité;
2. Les substances non définies (c.-à-d. celles qui n'ont pas de facteur de caractérisation dû à un manque d'information, comme les données (éco)toxicologiques par exemple) qui ne sont pas incluses dans les calculs augmentent l'incertitude des résultats.

### **B.3.3 Éléments optionnels**

Selon l'ISO, l'objectif du calcul de l'amplitude des résultats d'indicateur de catégorie par rapport à une information de référence (c.-à-d. **normalisation**) est de mieux comprendre

l'amplitude relative de chaque résultat d'indicateur du système de produits étudié. L'information de référence peut être :

1. les émissions ou utilisations de ressources totales pour une zone géographique donnée qui peut être mondiale, régionale, nationale ou locale;
2. les émissions ou utilisation de ressources totales pour une zone donnée (mondiale, régionale ou locale) par résident ou mesure similaire;
3. un scénario de référence, tel un autre système de produits donné.

Cette étape optionnelle peut s'avérer utile pour un contrôle de cohérence par exemple. Elle présente également l'avantage de convertir tous les résultats d'indicateur de catégorie dans une même unité (p. ex. équivalent personne), un prérequis pour les éléments optionnels suivants.

Selon l'ISO :

1. le **groupement** consiste à affecter les catégories d'impact en une ou plusieurs séries telles que prédéfinies dans la définition de l'objectif et du champ de l'étude, et il peut impliquer un tri sur une base nominale (p. ex. par caractéristiques telles que les émissions et ressources ou échelles spatiales mondiales, régionales et locales) et/ou un classement par rapport à une hiérarchie donnée (p. ex. priorité élevée, moyenne et basse);
2. la **pondération** est le processus de conversion des résultats d'indicateur des différentes catégories d'impact en utilisant des facteurs numériques. Elle peut inclure l'agrégation de résultats d'indicateurs pondérés en un score unique.

Ces éléments optionnels impliquent des choix de valeurs et ainsi, différents individus, organismes et sociétés peuvent avoir des préférences différentes et peuvent, par conséquent, obtenir des résultats de groupement et de pondération différents à partir des mêmes résultats d'indicateurs caractérisés.

La méthodologie (c.-à-d. sélection des catégories d'impact, des indicateurs de catégories, des modèles de caractérisation et des éléments optionnels) utilisée pour réaliser l'évaluation des impacts potentiels doit être clairement présentée durant la définition de l'objectif et du champ de l'étude.

#### **B.4 Interprétation**

Les objectifs de la quatrième phase de l'ACV, appelée interprétation, sont d'analyser les résultats, d'établir des conclusions, d'expliquer les limites et de fournir des recommandations en se basant sur les résultats des phases précédentes de l'étude et de rapporter les résultats de l'interprétation du cycle de vie de manière transparente de façon à respecter les exigences de l'application telles que décrites dans l'objectif et le champ de l'étude.

Idéalement, l'interprétation se fait de façon interactive avec les trois autres phases de l'ACV, avec les phases de définition de l'objectif et du champ de l'étude et d'interprétation du cycle de vie formant le cadre de l'étude et les phases d'analyse de l'inventaire et d'évaluation des impacts fournissant les informations relatives au système de produits.

Selon l'ISO, l'interprétation du cycle de vie comporte trois éléments :

1. l'identification des points significatifs à partir des résultats des phases d'analyse de l'inventaire et d'évaluation des impacts en liaison avec les objectifs et le champ de l'étude;
2. la vérification, qui prend en compte les contrôles de complétude, de sensibilité et de cohérence;
3. les conclusions, les recommandations et la rédaction d'un rapport.

La vérification a pour objectifs d'établir et de renforcer la confiance dans les résultats de l'étude, ainsi que leur fiabilité. Le **contrôle de complétude** a pour objectif de garantir que toutes les informations et données pertinentes nécessaires à l'interprétation sont disponibles et complètes. Le **contrôle de sensibilité** a pour objectif de vérifier la fiabilité des résultats et des conclusions en déterminant s'ils sont affectés par des incertitudes dans les données et les divers choix méthodologiques (p. ex. les critères d'inclusion, les méthodes d'imputation ou les indicateurs de catégorie). Le **contrôle de cohérence** a pour objectif de déterminer si les hypothèses, les méthodes et les données sont cohérentes avec l'objectif et le champ de l'étude et si elles ont été appliquées de façon constante durant toute l'étude, et dans le cas d'une comparaison entre diverses alternatives, aux systèmes de produits comparés.

L'interprétation des résultats est également entravée par la nature déterministe des données d'inventaire et d'évaluation des impacts généralement disponibles, puisque celle-ci empêche l'analyse statistique et quantitative de l'incertitude des résultats associée à l'utilisation de telles données. Ceci affecte le niveau de confiance que l'on peut avoir en ces résultats déterministes; les conclusions et recommandation qui en seront tirées pourraient manquer de nuance, voire être erronées, du fait qu'il est impossible de quantifier la variabilité de ces résultats ou de déterminer s'il y a une différence significative d'impacts entre deux alternatives. La méthodologie (c.-à-d. les types de contrôles) qui sera utilisée pour conduire l'interprétation des résultats doit être clairement présentée durant la définition de l'objectif et du champ de l'étude.

## B.5 Références

ISO 14 040 (2006). « Management environnemental – Analyse du cycle de vie - Principes et cadre », Organisation internationale de normalisation, 24 p.

ISO 14 044 (2006). Management environnemental – Analyse du cycle de vie – Interprétation du cycle de vie, Organisation internationale de normalisation, 19 p.

ISO 14 048 (2002). « Management environnemental -- Analyse du cycle de vie -- Format de documentation de données », Organisation internationale de normalisation, 45 p.

UDO DE HAES, H., JOLLIET, O., FINNVEDEN, G., HAUSCHILD, M., KREWITT, W., MÜLLER-WENK, R. (1999). "Best Available Practice Regarding Impact Categories and Category Indicators in Life Cycle Impact Assessment – Part II" Background document for the Second Working Group on Life Cycle Impact Assessment of SETAC-Europe, International Journal of LCA, 4 (3), pp. 167-174.

UDO DE HAES, H., JOLLIET, O., FINNVEDEN, G., GOEDKOOP, M., HAUSCHILD, M., HERTWICH, E., HOFSTETTER, P., KLÖPFFER, W., KREWITT, W., LINDEIJER, E., MUELLER-WENK, R., OLSON, S., PENNINGTON, D., POTTING, J. et STEEN, B. (2002). "Life Cycle Impact Assessment: Striving Towards Best Practice" Published by the Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC), Pensacola, FL, USA. 272 p.



**ANNEXE C :**  
**DONNÉES ET MODÉLISATION ENVIRONNEMENTALE**

---

**LISTE DES TABLEAUX DE DONNÉES ENVIRONNEMENTALES**

Tableau C.1 : Données génériques employées .....	C-3
Tableau C.2 : Collectes et transport.....	C-6
Tableau C.3 : Compostage en andains sur aire ouverte (#1-CO).....	C-7
Tableau C.4 : Compostage en andains sur aire ouverte (#2H-CO) .....	C-8
Tableau C.5 : Compostage en système semi-fermé (#3H-CFO) .....	C-10
Tableau C.6 : Compostage en système semi-fermé (#4H-CFO) .....	C-12
Tableau C.7 : Compostage en système fermé (#5-CF) .....	C-14
Tableau C.8 : Compostage en système fermé (#6-CF) .....	C-16
Tableau C.9 : Digestion anaérobie (#7-DA) .....	C-18
Tableau C.10 : Digestion anaérobie (#8-DA) .....	C-20
Tableau C.11 : Digestion anaérobie (#9-DA) .....	C-22
Tableau C.12 : Digestion anaérobie (#10-DA) .....	C-24
Tableau C.13 : Tri-compostage.....	C-26
Tableau C.14 : Prétraitement mécano-biologique.....	C-28
Tableau C.15 : Gazéification.....	C-29
Tableau C.16 : Incinération à lit fluidisé .....	C-30
Tableau C.17 : Enfouissement en bioréacteur.....	C-32

Note : dans tous les tableaux, les numéros entre parenthèses (# xx) dans la colonne « modélisation » réfèrent aux données génériques identifiées au Tableau C.1.

**Tableau C.1 : Données génériques employées**

No	Données générales	Nom du processus dans <i>ecoinvent</i> *
1	PEHD granulé consommé	Polyethylene, HDPE, granulate, at plant/RER
2	PEBD granulé consommé	Polyethylene, LDPE, granulate, at plant/RER
3	Moulage par injection	Injection moulding/RER
4	Extrusion pellicule plastique	Extrusion, plastic film/RER
5	<i>Transport collecte – RU, RA, RV (15 L/h)</i>	<i>Porte-à-porte, collecte RU, RA, RV (15 L/h)</i> Adapté de Transport, municipal waste collection, lorry 21 t/CH
6	<i>Transport collecte – MR (14 L/h)</i>	<i>Porte-à-porte, collecte MR (14 L/h)</i> Adapté de Transport, municipal waste collection, lorry 21 t/CH
7	<i>Transport collecte robotisée – MR (14 L/h)</i>	<i>Porte-à-porte, collecte MR (14 L/h), robotisé</i> Adapté de Transport, municipal waste collection, lorry 21 t/CH
8	<i>Transport co-collecte – MR/RA (14 L/h)</i>	<i>Porte-à-porte, collecte MR/RA (14 L/h)</i> Adapté de Transport, municipal waste collection, lorry 21 t/CH
9	Espace de terrain utilisé (occupation des terres)	Occupation, industrial area
10	Gaz naturel consommé ou évité (production)	Natural gas, at production onshore/RU
11	Gaz naturel consommé (transport par pipeline)	Transport, natural gas, pipeline, long distance/RER
12	<i>Combustion de gaz naturel évitée (émissions seulement)</i>	<i>Natural gas, burned in gas turbine/GLO_emissions only</i>
13	Production de vapeur évitée	Steam, for chemical processes, at plant/RER
14	<i>Eau consommée (aqueduc)</i>	<i>Tap water, at user/River only</i>
15	Transport par camions semi-remorque	Transport, lorry 28t/CH
16	Construction de bâtiments avec structure d'acier	Building, hall, steel construction/CH
17	<i>Construction d'une aire couverte</i>	<i>Aire couverte (structure acier, sans béton) –</i> Adapté de Building, hall, steel construction/CH
18	Béton consommé	Concrete, sol plate and foundation, at plant/RER
19	Acier consommé	Steel, converter, low-alloyed, at plant/RER
20	<i>Électricité québécoise, consommée ou évitée</i>	<i>Electricity, low voltage Qc, at grid</i>
21	<i>Électricité (Amérique du Nord) consommée ou évitée</i>	<i>Electricity, low voltage, Am Nd, at grid</i>
22	Équipement mobile (fabrication)	Building machine/RER
23	Déchetage de bois	Industrial residual wood chopping, stationary electric chopper, at plant/RER
24	<i>Machine (5 tonnes) – équipement fixe générique</i>	<i>Machine outil générique (5t)</i> Adapté de Industrial residual wood chopping, stationary electric chopper, at plant/RER
25	<i>Benne d'alimentation</i>	<i>Benne d'alimentation</i> 2540 kg de Steel, converter, low-alloyed, at plant/RER
26	Convoyeur	Conveyor belt, at plant/RER
27	<i>Bassin de captation des lixiviats</i>	Bentonite, at mine/DE Polyethylene, HDPE, granulate, at plant/RER Sand, at mine/CH Gravel, crushed, at mine/CH

No	Données générales	Nom du processus dans <i>ecoinvent</i> *
28	Diesel consommé	Diesel, burned in building machine/GLO
29	Soude caustique consommée	Sodium hydroxide, 50% in H2O, production mix, at plant/RER
30	HCl consommé	Hydrochloridric acid, 30% in H2O, at plant/RER
31	Fe-Chelate consommé	Ion (III) chloride, 40% in H2O, at plant/CH
32	Peroxyde d'hydrogène consommé	Hydrogen peroxide, 50% in H2O, at plant/RER
33	Chaux consommée	Lime, hydrated, loose, at plant/CH
34	Production de fertilisants chimiques évitée	Diammonium phosphate, as P2O5, at regional storehouse/RER Potassium Chloride, as K2O, at regional storehouse/RER Urea, as N, at regional storehouse/RER
35	Production de sol de remblayage évitée	Sand, at mine/CH
36	Production de sel évitée	Sodium chloride, powder, at plant/RER
37	Production de zinc (Zn) évitée	Zinc, concentrate, at beneficiation/GLO
38	Production de soufre (S) évitée	Secondary sulphur, at refinery/RER
39	Production de gravier évitée	Gravel, unspecified, at mine/CH
40	<i>Récupération métaux</i>	Steel, electric, un- and low-alloyed, at plant/RER Aluminium, secondary, from old scrap, at plant/RER Copper, secondary, at refinery/RER
41	Émission de matières particulaires (PM) dans l'air	Particulates
42	Émission de cadmium (Cd) dans l'air	Cadmium
43	Émission de mercure (Hg) dans l'air	Mercury
44	Émission de dioxines et furannes (PCDD/F) dans l'air	Dioxins, measured as 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin
45	Émission de HCl dans l'air	Hydrogen chloride
46	Émission de NOx dans l'air	Nitrogen oxides
47	Émission de NO2 dans l'air	Nitrogen dioxide
48	Émission d'ammoniac (NH3) dans l'air	Ammonia
49	Émission de SO2 dans l'air	Sulfur dioxide
50	Émission de CO2 biogénique dans l'air	Carbon dioxide, biogenic
51	Émission de HF dans l'air	Hydrogen fluoride
52	Émission de CO dans l'air	Carbon monoxide
53	Émission de métaux lourds à l'air	Heavy metals, unspecified
53	Émission de plomb à l'air	Lead
55	Émission de matières en suspension (MES) dans l'eau	Suspended solids, unspecified
56	Émission de DBO dans l'eau	BOD5, Biological Oxygen Demand
57	Émission de sulfures soluble dans l'eau	Sulfur
58	Émission de composés organiques (COT)	Organic substances, unspecified
59	Émission de thallium (Th) à l'air	Thallium
60	<i>Incinérateur de déchets solides municipaux (infrastructure)</i>	<i>Adapté de Municipal waste incineration plant/CH</i>

No	Données générales	Nom du processus dans <i>ecoinvent</i> *
61	Enfouissement de mâchefer	Disposal, inert material, 0% water, to sanitary landfill/CH
62	Stabilisation par encapsulation	Disposal, average incineration residue, 0% water, to residual landfill/CH
63	Traitement d'eaux usées	Treatment, pi giron production effluent, to wastewater treatment, class 3/CH
64	Opération d'un site d'enfouissement (besoins en carburant, machinerie et émissions reliées)	Process-specific burdens, sanitary landfill/CH
65	Fin de vie d'un camion	Disposal, Lorry 16t/CH

\*Notes :

Les processus tirés de la banque de données *ecoinvent* sont inscrits ici avec la nomenclature d'origine. Certains processus comportent une identification supplémentaire du type /CH, /DE, /RU, /GLO ou /RER, ce qui signifie que les données sont issues de la Suisse, du Danemark, de la Russie, sont globales ou représentent une moyenne des pays européens.

Les processus inscrits en italiques sont des données génériques qui ont été modifiées/adaptées au contexte de l'étude.

**Tableau C.2 : Collectes et transport**

Camions de collecte	Source	Donnée	Modélisation
Durée de vie des camions 12 ans; 7 à 10 ans; 10 ans (à 50h/sem)	Colsel, EDB, Matrec	25 000 heures	1,3/25 000 * Disposal Lorry 16t (#65)
Collecte dédiée des RU, RA ou RV ET co-collecte RU/RA: camion-tasseur 10 roues. a) Consommation : 15 L/h b) Masse de MR transportés par camion : 8-10t. c) productivité : 2 à 2,5 t/h si collecte dédiée, 1,2 t/h si co-collecte.	EDB, Matrec	a) 15 l/h b) 9 t/camion c) 2,5 t/h pour les RU et 2 t/h pour les RV et RA et 1,2 t/h pour co-collecte RU/RA	Collecte RU, RA, RV (#5)
Collecte des matières recyclables (MR) a) Consommation : 12 à 15 L/h b) Masse de MR transportés par camion : 4t (anciens camions), 6,5t, 7t (nouveaux camions). c) productivité : 500 kg/h pour collecte séparative, 700 kg/h pour collecte pêle-mêle	Colsel, EDB, Matrec	a) 14 l/h b) 6,5 t c) 0,5 t/h séparatif, 0,7 t/h pêle-mêle	Collecte MR (#6)
Collecte robotisée des matières recyclables (MR) a) Consommation : 12 à 15 L/h b) Masse de MR transportés par camion : 4t, 7t. c) productivité : 1 t/h	Colsel, Matrec	a) 14 l/h b) 6,5 t c) 1 t/h	Collecte robotisée MR (#7)
Co-collecte MR/RA a) Consommation : 15 L/h b) Masse de MR transportés par camion : non spécifiée c) productivité : non spécifiée	Matrec	a) 14 l/h b) 7 t c) 1,1 t/h	Co-collecte MR/RA (#8)
Outils de collecte (Recyclage)	Source	Donnée	Modélisation
<b>Bac vert de 64 L</b> Masse du bac : 2,5 kg a) Composé de polyéthylène haute densité (PEHD) à 50% recyclé (pertes considérées pour le moulage) b) Fabrication : moulage par injection (pertes incluses) c) Énergie pour la transformation du PEHD recyclé : 0,6 kWh/kg * 1,26 kg de PEHD recyclé	a et b) Ville de Montréal (2007) c) SimaPro (Pré Consultant)	a) 1,26 kg vierge b) 2,52 kg c) 0,755 kWh	a) PEHD (#1) b) Moulage (#3) c) Électricité (#21)
<b>Bac vert bonifié</b> Masse du bac : 50% plus élevée que le bac vert classique. Sa fabrication est supposée la même.	A.Leduc, Ville de Montréal		a) PEHD (#1) b) Moulage (#3) c) Électricité (#21)
<b>Bacs roulants de 360 L</b> Masse du bac : 24 kg. a) Composé de polyéthylène haute densité (PEHD) à 90% vierge (pertes considérées pour le moulage) b) Fabrication : moulage par injection (pertes incluses) c) Énergie pour la transformation du PEHD recyclé : 0,6 kWh/kg * 2,41 kg de PEHD recyclé	a et b) Ville de Montréal (2007) c) SimaPro (Pré Consultant)	a) 21,7 kg vierge b) 24,1 kg c) 1,45 kWh	a) PEHD (#1) b) Moulage (#3) c) Électricité (#21)
<b>Sacs de PEBD (60L)</b> Masse d'un sac : 45 g (source : Ralston, Internet) a) Composé de polyéthylène basse densité (PEBD) à 100% vierge ou à 50% recyclé b) Fabrication : extrusion de pellicule plastique (pertes incluses) c) Énergie pour la transformation du PEBD recyclé : 0,6 kWh/kg * 45 g de PEBD recyclé	a et b) hypothèses c) SimaPro (Pré Consultant)	a) 45 g ou 22,5 g b) 45 g c) 0 ou 0,027 kWh	a) PEBD (#2) b) Extrusion (#4) c) Électricité (#21)

**Tableau C.3 : Compostage en andains sur aire ouverte (#1-CO)**

Données générales	Donnée	Modélisation*
<b>Compostage en andains sur aire ouverte (installation sur l'île de Montréal) Collecte des résidus verts séparés, avec sacs de plastique. SOURCE : Questionnaire, « #1-CO_30kt RV.xls » répondu par Solinov le 1<sup>er</sup> juin 2007.</b>	--	--
Capacité de traitement (résidus verts seulement)	30 000 t RV/an ou 115 t/jour	--
Superficie totale bâtie (environ 4 hectares)	39 500 m <sup>2</sup>	--
Superficie totale du terrain (incluant le stationnement et les aires extérieures de circulation pavés évalués à 1000 m <sup>2</sup> )	40 500 m <sup>2</sup>	Occupation des terres : 40 500 m <sup>2</sup> * 20 ans (#9)
Phase de mise en œuvre	Donnée	Modélisation
1. Bâtiment administratif et garage	150 m <sup>2</sup>	Bâtiment structure d'acier (#16)
2. Aire de réception extérieure, dalle de béton étanche	1000 m <sup>2</sup>	Béton (#18)
3. Bâtiment de désensachage: plancher et murs de béton (environ 4 pieds de haut), structure en acier, structure du toit en acier inoxydable, toiture et revêtement de plastique, avec système de ventilation	300 m <sup>2</sup> , 100 m <sup>3</sup> de béton	Béton (#18) Aire couverte (#17)
4. Plate-forme d'andainage, dalle de béton étanche	30 500 m <sup>2</sup>	Béton (#18)
5. Plate-forme de maturation, dalle de béton	1600 m <sup>2</sup>	Béton (#18)
6. Aire d'affinage du compost, dalle de béton	1200 m <sup>2</sup>	Béton (#18)
7. Bassin de captage et rétention des eaux de pluie et lixiviat : Géocomposite de type bentonitique : posé Bentonite, 50 mm Géomembrane, PEHD 1,5mm Couche de sable, 200mm Géotextile (négligé par manque de données) Couche de pierre (0-25mm), 150mm	4800 m <sup>2</sup>	Bassin captation (#27)
Équipements fixes : - 1 ouvrier de sacs - Négligé : Ventilation et contrôles; raccordement à l'égout (décharge de l'eau usée).	10% des coûts d'immobilisation (env. 0,48 M\$, soit 0,80 \$/t)	1 * Machine outil générique (5t) (#24)
Équipements mobiles : 2 chargeurs sur roues de 5,5 m <sup>3</sup> , 1 retourneur d'andains, 1 tamiseur	--	4 * Équipement mobile (#22)
Phase d'opération	Donnée	Modélisation
<b>Entrant</b> : Énergie électrique (irrigation des matières, éclairage, chauffage du bâtiment administratif)	20 kWh/tonne de MO traitée	Électricité Qc (#20)
<b>Entrant</b> : Diesel pour les chargeurs sur roues, retourneur d'andains, déchiqueteur et tamiseur	2,9 l/t de MO	Diesel (#28)
<b>Sortant</b> : CO <sub>2</sub> biogénique issu de la décomposition de la matière organique	1,89 t/t de MO	CO <sub>2</sub> biogénique (#50)
<b>Sortant</b> : lixiviat DBO <sub>5</sub> : 100 à 1000 mg/L (550 mg/L en moy.) MES : 50 à 500 mg/L (275 mg/L en moy.)	600 l/t de MO	330 g DBO <sub>5</sub> (#56) 165 g MES (#55)
<b>Sortant</b> : Compost produit. 1 tonne de compost remplace : 3,3 kg de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (diammonium phosphate) 3,3 kg de K <sub>2</sub> O (potassium chloride) 13 kg de N (urée)	0,45 t /t de MO	Fertilisants chimiques évités (#34)
<b>Sortant</b> : Rejets solides (fragments de métal, plastique, verre ou autre)	0,05 t/t de MO	Transport vers trait. des RU (#15)

**Tableau C.4 : Compostage en andains sur aire ouverte (#2H-CO)**

Données générales	Donnée	Modélisation*
<b>Compostage en andains sur aire ouverte (installation hors de l'île de Montréal) pour les résidus verts et les digestats non traités par l'installation #8.</b> <b>Collecte des résidus verts séparés, avec sacs de plastique.</b> <b>SOURCE : Questionnaire, « #2H-CO_30kt RV+20kt digestat.xls » répondu par Solinov le 26 juin 2007.</b>	--	--
Capacité de traitement (résidus verts et digestat)	30 000 t RV/an + 20 000 t digestat/an ou 190 t/jour	--
Superficie totale du terrain construit (incluant le stationnement et les aires extérieures de circulation pavés évalués à 2000 m <sup>2</sup> )	80 000 m <sup>2</sup>	Occupation des terres : 80 000 m <sup>2</sup> * 20 ans (#9)
Phase de mise en œuvre	Donnée	Modélisation
1. Bâtiment administratif et garage	150 m <sup>2</sup>	Bâtiment structure d'acier (#16)
2. Aire de réception extérieure, dalle de béton étanche	1400 m <sup>2</sup>	Béton (#18)
3. Bâtiment de désensachage: plancher et murs de béton (environ 4 pieds de haut), structure en acier, structure du toit en acier inoxydable, toiture et revêtement de plastique, avec système de ventilation	500 m <sup>2</sup> , 170 m <sup>3</sup> de béton	Béton (#18) Aire couverte (#17)
4. Plate-forme d'andainage, dalle de béton étanche	61 000 m <sup>2</sup>	Béton (#18)
5. Plate-forme de maturation, dalle de béton	2400 m <sup>2</sup>	Béton (#18)
6. Aire d'affinage du compost, dalle de béton	1800 m <sup>2</sup>	Béton (#18)
7. Bassin de captage et rétention des eaux de pluie et lixiviat : Géocomposite de type bentonitique : posé Bentonite, 50 mm Géomembrane, PEHD 1,5mm Couche de sable, 200mm Géotextile (négligé par manque de données) Couche de pierre (0-25mm), 150mm	2000 m <sup>2</sup>	Bassin captation (#27)
Équipements fixes : - Ouvreur de sacs (1x), - mélangeur-agitateur (1x), - Négligé : système ventilation du bâtiment de désensachage et de réception (pour 1500 m <sup>2</sup> ), raccordement à l'égout (décharge de l'eau usée)	11% des coûts d'immobilisation	2 * Machine outil générique (5t) (#24)
Équipements mobiles : 3 chargeurs sur roues de 5,5 m <sup>3</sup> , 1 retourneur d'andains, 1 tamiseur	--	5 * Équipement mobile (#22)
Phase d'opération	Donnée	Modélisation
<b>Entrant</b> : agents structurants pour compostage : résidus de bois des CRD (construction, rénovation, démolition), résidus verts des ICI (feuilles, branches), résidus de bois industriels (issus de la transformation du bois, des industries papetières et des industries de fabrication (portes et fenêtres, panneaux, etc.)	Matière 100% recyclée, 0,045 t/tonne traitée dont 50% doit être déchiqueté	Transport local, 0,045 t en camion (#15) Énergie pour déchiquetage de 22,5 kg de bois/t (#23)
<b>Entrant</b> : Énergie électrique (irrigation des matières, éclairage, chauffage du bâtiment administratif)	20 kWh/tonne de MO traitée	Électricité Qc (#20)
<b>Entrant</b> : Diesel pour les chargeurs sur roues, retourneur d'andains, déchiqueteur et tamiseur	2,9 l/t de MO	Diesel (#28)
<b>Sortant</b> : CO <sub>2</sub> biogénique issu de la décomposition de la matière organique	1,89 t/t de MO	CO <sub>2</sub> biogénique (#50)
<b>Sortant</b> : lixiviat : DBO <sub>5</sub> : 100 à 1000 mg/L (550 mg/L en moy.)	460 l/t de MO	253 g DBO <sub>5</sub> (#56) 126,5 g MES (#55)

Données générales	Donnée	Modélisation*
MES : 50 à 500 mg/L (275 mg/L en moy.)		
<b>Sortant</b> : Compost produit. 1 tonne de compost remplace : 3,3 kg de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (diammonium phosphate) 3,3 kg de K <sub>2</sub> O (potassium chloride) 13 kg de N (urée)	0,45 t /t de MO	Fertilisants chimiques évités (#34)
<b>Sortant</b> : Rejets solides (fragments de métal, plastique, verre ou autre)	0,03 t/t de MO	Transport vers trait. des RU (#15) sur distance régionale

**Tableau C.5 : Compostage en système semi-fermé (#3H-CFO)**

Données générales	Donnée	Modélisation*
<b>Compostage en système semi-fermé (installation hors de l'île de Montréal). Collecte des résidus verts et des résidus alimentaires séparés, avec sacs de plastique. SOURCE : Questionnaire, « #3H-CFO_30kt RA+20kt RV.xls » répondu par Solinov le 26 juin 2007.</b>	--	--
Capacité de traitement (résidus alimentaires et résidus verts)	30 000 t RA/an + 20 000 t RV/an ou 190 t/jour	--
Superficie totale du terrain construit (incluant le stationnement et les aires extérieures de circulation pavés évalués à 2000 m <sup>2</sup> )	45 000 m <sup>2</sup>	Occupation des terres : 45 000 m <sup>2</sup> * 20 ans (#9)
Phase de mise en œuvre	Donnée	Modélisation
1. Bâtiment administratif et garage	150 m <sup>2</sup>	Bâtiment structure d'acier (#16)
2. Aire de réception extérieure (RV), dalle de béton étanche	1300 m <sup>2</sup>	Béton (#18)
3. Bâtiment de réception et de désensachage (RA): plancher et murs de béton (environ 4 pieds de haut), structure en acier, structure du toit en acier inoxydable, toiture et revêtement de plastique, avec système de ventilation	1500 m <sup>2</sup> , 500 m <sup>3</sup> de béton	Béton (#18) Aire couverte (#17)
4. Bâtiment de désensachage (RV): plancher et murs de béton (environ 4 pieds de haut), structure en acier, structure du toit en acier inoxydable, toiture et revêtement de plastique, avec système de ventilation	300 m <sup>2</sup> , 100 m <sup>3</sup> de béton	Béton (#18) Aire couverte (#17)
5. Plate-forme GORE (RA) : -dalle de béton étanche avec aération forcée (0,15m d'épais) - andains recouverts d'une toile de plastique (négligée)	9100 m <sup>2</sup>	Béton (#18)
6. Plate-forme d'andainage (RV), dalle de béton étanche (0,15m d'épais)	21 000 m <sup>2</sup>	Béton (#18)
7. Plate-forme de maturation, dalle de béton (0,15m d'épais)	2700 m <sup>2</sup>	Béton (#18)
8. Aire d'affinage du compost, dalle de béton (0,15m d'épais)	2000 m <sup>2</sup>	Béton (#18)
9. Bassin de captage et rétention des eaux de pluie et lixiviat : Géocomposite de type bentonitique : posé Bentonite, 50 mm Géomembrane, PEHD 1,5mm Couche de sable, 200mm Géotextile (négligé par manque de données) Couche de pierre (0-25mm), 150mm	4800 m <sup>2</sup>	Bassin captation (#27)
Équipements fixes : -Benne d'alimentation (1x), -mélangeur-agitateur (1x), -convoyeurs (posé de 150 m), Négligé : système d'aération forcée, système ventilation du bâtiment de désensachage et de réception (pour 1000 m <sup>2</sup> ), pompes, conduites, dosage, raccordement à l'égout (décharge eau usée)	24% des coûts d'immobilisation	1* Benne d'alimentation (#25) 2 * Machine outil générique (5t) (#24) 150 m * Convoyeur (#26)
Équipements mobiles : 3 chargeurs sur roues de 5,5 m <sup>3</sup> , 1 retourneur d'andains, 1 tamiseur	--	5 * Équipement mobile (#22)
Phase d'opération	Donnée	Modélisation
<b>Entrant</b> : agents structurants pour compostage : résidus de bois des CRD (construction, rénovation, démolition), résidus verts des ICI (feuilles, branches), résidus de bois industriels (issus de la transformation du bois, des industries papetières et des industries de fabrication (portes et fenêtres, panneaux, etc.)	Matière 100% recyclée, 0,084 t/tonne traitée dont 50% doit être déchiqueté	Transport local, 0,084 t en camion (#15) Énergie pour déchiquetage de 42 kg de bois/t (#23)
<b>Entrant</b> : Énergie électrique (irrigation des matières, éclairage, chauffage du bâtiment administratif)	30 kWh/tonne de MO traitée	Électricité Qc (#20)

Données générales	Donnée	Modélisation*
<b>Entrant</b> : Diesel pour les chargeurs sur roues, retourneur d'andains, déchiqueteur et tamiseur	2,6 l/t de MO	Diesel (#28)
<b>Sortant</b> : CO <sub>2</sub> biogénique issu de la décomposition de la matière organique	1,89 t/t de MO	CO2 biogénique (#50)
<b>Sortant</b> : lixiviat DBO5 : 100 à 1000 mg/L (550 mg/L en moy.) MES : 50 à 500 mg/L (275 mg/L en moy.)	0,36 m <sup>3</sup> /t de MO	198 g DBO5 (#56) 99 g MES (#55)
<b>Sortant</b> : Compost produit. 1 tonne de compost remplace : 3,3 kg de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (diammonium phosphate) 3,3 kg de K <sub>2</sub> O (potassium chloride) 13 kg de N (urée)	0,45 t /t de MO	Fertilisants chimiques évités (#34)
<b>Sortant</b> : Rejets solides (fragments de métal, plastique, verre ou autre)	0,10 t/t de MO	Transport vers trait. des RU (#15) sur distance régionale

**Tableau C.6 : Compostage en système semi-fermé (#4H-CFO)**

Données générales	Donnée	Modélisation*
<b>Compostage en système semi-fermé (installation hors de l'île de Montréal) Collecte des résidus verts et alimentaires en bacs roulants (mixte). SOURCE : Questionnaire, « #4H-CFO_20kt RA+30kt RV.xls » répondu par Solinov le 26 juin 2007.</b>	--	--
Capacité de traitement (résidus alimentaires et résidus verts)	20 000 t RA/an + 30 000 t RV/an ou 190 t/jour	--
Superficie totale du terrain construit (incluant le stationnement et les aires extérieures de circulation pavés évalués à 2000 m <sup>2</sup> )	56 000 m <sup>2</sup>	Occupation des terres : 56 000 m <sup>2</sup> * 20 ans (#9)
Phase de mise en œuvre	Donnée	Modélisation
1. Bâtiment administratif et garage	150 m <sup>2</sup>	Bâtiment structure d'acier (#16)
2. Aire de réception extérieure (RV), dalle de béton étanche	1000 m <sup>2</sup>	Béton (#18)
3. Bâtiment de réception et de désensachage (RA): plancher et murs de béton (environ 4 pieds de haut), structure en acier, structure du toit en acier inoxydable, toiture et revêtement de plastique, avec système de ventilation	1000 m <sup>2</sup> , 350 m <sup>3</sup> de béton	Aire couverte (#17) Béton (#18)
4. Plate-forme GORE (RA), dalle de béton étanche avec aération forcée, andains recouverts d'une toile de plastique	5000 m <sup>2</sup>	Béton (#18)
5. Plate-forme d'andainage (RV), dalle de béton étanche	36 000 m <sup>2</sup>	Béton (#18)
6. Plate-forme de maturation, dalle de béton	2700 m <sup>2</sup>	Béton (#18)
7. Aire d'affinage du compost, dalle de béton	2000 m <sup>2</sup>	Béton (#18)
8. Bassin de captage et rétention des eaux de pluie et lixiviat : Géocomposite de type bentonitique : posé Bentonite, 50 mm Géomembrane, PEHD 1,5mm Couche de sable, 200mm Géotextile (négligé par manque de données) Couche de pierre (0-25mm), 150mm	6200 m <sup>2</sup>	Bassin captation (#27)
Équipements fixes : - Benne d'alimentation, - Ouvreur de sacs (2x), - mélangeur-agitateur (1x), - convoyeurs (posé = 150 m) Négligé : système d'aération forcée, système ventilation du bâtiment de désensachage et de réception (pour 1800 m <sup>2</sup> ), pompes, conduites, dosage.	18% des coûts d'immobilisation	1* Benne d'alimentation (#25) 2* Machine outil générique (5t) (#24) 150m* Convoyeur (#26)
Équipements mobiles : 3 chargeurs sur roues de 5,5 m <sup>3</sup> , 1 retourneur d'andains, 1 tamiseur	--	5* Équipement mobile (#22)
Phase d'opération	Donnée	Modélisation
<b>Entrant</b> : agents structurants pour compostage : résidus de bois des CRD (construction, rénovation, démolition), résidus verts des ICI (feuilles, branches), résidus de bois industriels (issus de la transformation du bois, des industries papetières et des industries de fabrication (portes et fenêtres, panneaux, etc.)	Matière 100% recyclée, 0,13 t/tonne traitée dont 50% doit être déchiqueté	Transport local, 0,13 t en camion (#15) Énergie pour déchiquetage de 65 kg de bois/t (#23)
<b>Entrant</b> : Énergie électrique (irrigation des matières, éclairage, chauffage du bâtiment administratif)	30 kWh/tonne de MO traitée	Électricité Qc (#20)
<b>Entrant</b> : Diesel pour les chargeurs sur roues, retourneur d'andains, déchiqueteur et tamiseur	2,6 l/t de MO	Diesel (#28)
<b>Sortant</b> : CO <sub>2</sub> biogénique issu de la décomposition de la matière organique	1,89 t/t de MO	CO <sub>2</sub> biogénique (#50)

Données générales	Donnée	Modélisation*
<b>Sortant</b> : lixiviat DBO5 : 100 à 1000 mg/L (550 mg/L en moy.) MES : 50 à 500 mg/L (275 mg/L en moy.)	0,47 m <sup>3</sup> /t de MO	259 g DBO5 (#56) 129 g MES (#55)
<b>Sortant</b> : Compost produit. 1 tonne de compost remplace : 3,3 kg de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (diammonium phosphate) 3,3 kg de K <sub>2</sub> O (potassium chloride) 13 kg de N (urée)	0,45 t /t de MO	Fertilisants chimiques évités (#34)
<b>Sortant</b> : Rejets solides (fragments de métal, plastique, verre ou autre)	0,14 t/t de MO	Transport vers trait. des RU (#15) sur distance régionale

Tableau C.7 : Compostage en système fermé (#5-CF)

Données générales	Donnée	Modélisation*
<b>Compostage en système fermé (installation sur l'île de Montréal) Collecte des résidus verts et alimentaires en bacs roulants (mixte). SOURCE : Questionnaire, « #5-CF_50kt RA+RV.xls » répondu par Solinov le 1<sup>er</sup> juin 2007.</b>	--	--
Capacité de traitement	50 000 t/an ou 190 t/jour	--
Superficie totale bâtie	13 000 m <sup>2</sup>	--
Superficie totale du terrain (incluant le stationnement et les aires extérieures de circulation pavés évalués à 5000 m <sup>2</sup> )	18 000 m <sup>2</sup>	Occupation des terres : 18000 m <sup>2</sup> * 20 ans (#9)
Phase de mise en œuvre	Donnée	Modélisation
1. Bâtiment administratif, type bureau avec béton, structure d'acier	500 m <sup>2</sup>	Bâtiment structure d'acier (#16)
2. Aire de réception : plancher et murs de béton (environ 4 pieds de haut), structure en acier, structure du toit en acier inoxydable, toiture et revêtement de plastique, avec système de ventilation	2500 m <sup>2</sup> , 680 m <sup>3</sup> de béton	Béton (#18) Aire couverte (#17)
3. Bâtiment de traitement : tunnels de béton, structure en acier, structure du toit en acier inoxydable, toiture et revêtement de plastique, avec système de ventilation	5200 m <sup>2</sup> , 2300 m <sup>3</sup> de béton	Béton (#18) Aire couverte (#17)
4. Aire de maturation : plancher et murs de béton (environ 4 pieds de haut), structure en acier, structure du toit en acier inoxydable, toiture de plastique	3000 m <sup>2</sup> , 1000 m <sup>3</sup> de béton	Béton (#18) Aire couverte (#17)
5. Biofiltre extérieur : caisson de béton	1400 m <sup>2</sup> 260 m <sup>3</sup> de béton	Béton (#18)
Équipements fixes : - Benne d'alimentation (1x), - mélangeur-agitateur (2x), - convoyeurs (380m +/- 20 t/h), - tamiseur (1x), Négligé : ventilateurs et contrôles pour les tunnels (13x), système de ventilation des bâtiments (pour 7700 m <sup>2</sup> ), pompes, conduites, dosage	29% des coûts d'immobilisation	1* Benne d'alimentation (#25) 3* Machine outil générique (5t) (#24) 380m* Convoyeur (#26)
Équipements mobiles : 3 chargeurs sur roues de 5,5 m <sup>3</sup>	--	3* Équipement mobile (#22)
Phase d'opération	Donnée	Modélisation
<b>Entrant</b> : agents structurants pour compostage : résidus de bois des CRD (construction, rénovation, démolition), résidus verts des ICI (feuilles, branches), résidus de bois industriels (issus de la transformation du bois, des industries papetières et des industries de fabrication (portes et fenêtres, panneaux, etc.))	Matière 100% recyclée, 0,15 t/tonne de MO traitée dont 50% doit être déchiqueté	Transport local, 0,15 t en camion (#15) Énergie pour déchiquetage de 75 kg de bois/t (#23)
<b>Entrant</b> : Matériaux du biofiltre (changé aux 5 ans) : Compost (produit à l'interne) : 150 t Résidus de bois déchiquetés (écorces), 100% recyclé : 350 t (0,3 t/m <sup>3</sup> ) : 1170 m <sup>3</sup>	0,005 m <sup>3</sup> de bois/t MO ou 1,5 kg de bois /t MO	Transport local de 1,5 kg en camion (#15) Énergie pour déchiquetage de 1,5 kg de bois/t (#23)
<b>Entrant</b> : Énergie électrique (ventilation, manutention, éclairage, chauffage, contrôle)	80 kWh/tonne de MO traitée	Électricité Qc (#20)
<b>Entrant</b> : Diesel pour les chargeurs sur roues (sur aire de réception et vers aire de compostage)	2,3 l/t de MO	Diesel (#28)
<b>Sortant</b> : Chaleur dégagée par la masse en compostage, remplace source énergétique pour chauffage des bâtiments	Non spécifiée	Négligée

Données générales	Donnée	Modélisation*
<b>Sortant</b> : CO <sub>2</sub> biogénique issu de la décomposition de la matière organique	1,89 t/t de MO	CO2 biogénique (#50)
<b>Sortant</b> : Compost produit. 1 tonne de compost remplace : 3,3 kg de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (diammonium phosphate) 3,3 kg de K <sub>2</sub> O (potassium chloride) 13 kg de N (urée)	0,45 t /t de MO	Fertilisants chimiques évités (#34)
<b>Sortant</b> : Rejets solides (fragments de métal, plastique, verre ou autre)	0,1 t/t de MO	Transport vers trait. des RU (#15)

**Tableau C.8 : Compostage en système fermé (#6 et 6H-CF)**

Données générales	Donnée	Modélisation*
<b>Compostage en système fermé (installation sur l'île de Montréal et hors île) Collecte des résidus alimentaires séparés, avec sacs de plastique. SOURCE : Questionnaire, « #6-CF_85kt RA.xls » répondu par Solinov le 1<sup>er</sup> juin 2007.</b>	--	--
Capacité de traitement	85 000 t/an ou 325 t/jour	--
Superficie totale bâtie	19 500 m <sup>2</sup>	--
Superficie totale du terrain (incluant le stationnement et les aires extérieures de circulation pavés évalués à 5000 m <sup>2</sup> )	27 500 m <sup>2</sup>	Occupation des terres : 27 500 m <sup>2</sup> * 20 ans (#9)
Phase de mise en œuvre	Donnée	Modélisation
1. Bâtiment administratif, type bureau avec béton, structure d'acier	500 m <sup>2</sup>	Bâtiment structure d'acier (#16)
2. Bâtiment de réception : plancher et murs de béton (environ 4 pieds de haut), structure en acier, structure du toit en acier inoxydable, toiture et revêtement de plastique, avec système de ventilation	4000 m <sup>2</sup> , 1350 m <sup>3</sup> de béton	Béton (#18) Aire couverte (#17)
3. Bâtiment de traitement : tunnels de béton, structure en acier, structure du toit en acier inoxydable, toiture et revêtement de plastique, avec système de ventilation	8200 m <sup>2</sup> , 3600 m <sup>3</sup> de béton	Béton (#18) Aire couverte (#17)
4. Aire de maturation : plancher et murs de béton (environ 4 pieds de haut), structure en acier, structure du toit en acier inoxydable, toiture de plastique	4700 m <sup>2</sup> , 1600 m <sup>3</sup> de béton	Béton (#18) Aire couverte (#17)
5. Biofiltre extérieur : caisson de béton	2200 m <sup>2</sup> 400 m <sup>3</sup> de béton	Béton (#18)
Équipements fixes : -Bennes d'alimentation (2x), -ouvreur de sacs (3x), mélangeur-agitateur (3x), tamiseur (2x) -convoyeurs (540m), -Négligé : ventilateurs et contrôles pour les tunnels (15x), système de ventilation des bâtiments (pour 12200 m <sup>2</sup> ),	31% des coûts d'immobilisation	2*Benne d'alimentation (#25) 8*Machine outil générique 5t (#24) 540m*Convoyeur (#26)
Équipements mobiles : 4 chargeurs sur roues de 5,5 m <sup>3</sup>	--	4 * Équipement mobile (#22)
Phase d'opération	Donnée	Modélisation
<b>Entrant</b> : agents structurants pour compostage : résidus de bois des CRD (construction, rénovation, démolition), résidus verts des ICI (feuilles, branches), résidus de bois industriels (issus de la transformation du bois, des industries papetières et des industries de fabrication (portes et fenêtres, panneaux, etc.)	Matière 100% recyclée, 0,21 t/tonne de MO traitée dont 50% doit être déchiqueté	Transport local, 0,21 t en camion (#15) Énergie pour déchiquetage de 105 kg de bois/t (#23)
<b>Entrant</b> : Matériaux du biofiltre (changé aux 5 ans) : Compost (produit à l'interne) : 235 t Résidus de bois déchiquetés (écorces), 100% recyclé : 550 t (0,3 t/m <sup>3</sup> ) : 1850 m <sup>3</sup>	0,004 m <sup>3</sup> de bois/t MO ou 1,3 kg de bois /t MO	Transport local de 1,3 kg en camion (#15) Énergie pour déchiquetage de 1,3 kg de bois/t (#23)
<b>Entrant</b> : Énergie électrique (ventilation, manutention, éclairage, chauffage, contrôle)	80 kWh/tonne de MO traitée	Électricité Qc (#20)
<b>Entrant</b> : Diesel pour les chargeurs sur roues (sur aire de réception et vers aire de compostage)	1,9 l/t de MO	Diesel (#28)
<b>Sortant</b> : Chaleur dégagée par la masse en compostage, remplace source énergétique pour chauffage des bâtiments	Non spécifiée	Négligée

Données générales	Donnée	Modélisation*
<b>Sortant</b> : CO <sub>2</sub> biogénique issu de la décomposition de la matière organique	1,89 t/t de MO	CO2 biogénique (#50)
<b>Sortant</b> : Compost produit. 1 tonne de compost remplace : 3.3 kg de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (diammonium phosphate) 3,3 kg de K <sub>2</sub> O (potassium chloride) 13 kg de N (urée)	0,45 t /t de MO	Fertilisants chimiques évités (#34)
<b>Sortant</b> : Rejets solides (fragments de métal, plastique, verre ou autre)	0,2 t/t de MO	Transport 50km vers trait. des RU (#15)

Tableau C.9 : Digestion anaérobie (#7-DA)

Données générales	Donnée	Modélisation*
<b>Digestion anaérobie (procédé humide) avec post-compostage sur place (installation sur l'île de Montréal)</b> <b>Collecte des résidus alimentaires séparés, avec sacs de plastique.</b> <b>SOURCE : Questionnaire, « #7-DA_50kt RA.xls » répondu par Solinov le 1<sup>er</sup> juin 2007.</b>	--	--
Capacité de traitement	50 000 t/an ou 140 t/jour	--
Superficie totale bâtie	10 000 m <sup>2</sup>	--
Superficie totale du terrain (incluant le stationnement et les aires extérieures de circulation pavés évalués à 4000 m <sup>2</sup> )	14 000 m <sup>2</sup>	Occupation des terres : 14 000m <sup>2</sup> * 20 ans (#9)
Phase de mise en œuvre	Donnée	Modélisation
1. Bâtiment administratif, type bureau avec béton, structure d'acier	500 m <sup>2</sup>	Bâtiment structure d'acier (#16)
2. Bâtiment de réception : plancher et murs de béton (environ 4 pieds de haut), structure en acier, structure du toit en acier inoxydable, toiture et revêtement de plastique, avec système de ventilation	1700 m <sup>2</sup> , 600 m <sup>3</sup> de béton	Béton (#18) Aire couverte (#17)
3. Bâtiment de traitement : type industriel avec béton, structure en acier, avec système de ventilation	2600 m <sup>2</sup> 2600 m <sup>3</sup> de béton	Béton (#18) Aire couverte (#17)
4. Digesteur anaérobie : silo en béton et acier, couvercle en acier inoxydable	1250 m <sup>2</sup> 300 m <sup>3</sup> de béton	Béton (#18)
5. Aire de compostage / maturation : plancher et murs de béton (environ 4 pieds de haut), structure en acier, structure du toit en acier inoxydable, toiture de plastique	2900 m <sup>2</sup> 1000 m <sup>3</sup> de béton	Béton (#18) Aire couverte (#17)
6. Biofiltre extérieur : caisson de béton	950 m <sup>2</sup> 200 m <sup>3</sup> de béton	Béton (#18)
Équipements fixes : - Benne d'alimentation (1x), -Ouvreur de sacs (2 x), déchiqueteur/tritrateur (2x), mélangeur-agitateur (2x), presse mécanique (1x) (posé 15 t), réservoirs (2x) (posé 5t), tamiseur (1x), : - convoyeurs (165 m de long), Négligé : système de ventilation de l'aire de maturation (aération forcée), système de ventilation des bâtiments (pour 4300 m <sup>2</sup> ), pompes et conduites (2x), équipement biogaz, raccordement à l'égout (décharge de l'eau usée)	47% des coûts d'immobilisation (env. 16,5 M\$, soit 16,5 \$/t)	1*Benne d'alimentation (#25) 12* Machine outil générique 5t (#24) 165 m * Convoyeur (#26)
Équipements mobiles : 3 chargeurs sur roues de 5,5 m <sup>3</sup>	--	3 * Équipement mobile (#22)
Phase d'opération	Donnée	Modélisation
<b>Entrant</b> : eau de l'aqueduc	0,5 m <sup>3</sup> /t de MO traitée	Eau aqueduc (#14)
<b>Entrant</b> : agents structurants pour compostage : résidus de bois des CRD (construction, rénovation, démolition), résidus verts des ICI (feuilles, branches), résidus de bois industriels (issus de la transformation du bois, des industries papetières et des industries de fabrication (portes et fenêtres, panneaux, etc.)	Matière 100% recyclée, 0,045 t/tonne de MO traitée dont 50% doit être déchiqueté	Transport local, 0,045 t en camion (#15) Énergie pour déchiquetage de 22,5 kg de bois/t (#23)
<b>Entrant</b> : Matériaux du biofiltre (changé aux 5 ans) : Compost (produit à l'interne) : 100 t Résidus de bois déchiquetés (écorces), 100% recyclé : 240 t	0,003 m <sup>3</sup> de bois/t MO ou 1 kg de bois /t MO	Transport local de 1 kg en camion (#15) Énergie pour déchiquetage de 1 kg de bois/t (#23)
<b>Entrant</b> : Polymère pour déshydratation, 0,85g/L	1 m <sup>3</sup> /t MO	Négligé par manque

Données générales	Donnée	Modélisation*
Exemple d'un polymère (il est à noter qu'il existe une grande variété de polymères...): Prosedim CS 247 (utilisé dans les stations d'épuration des eaux usées). Copolymère d'acrylamide anionique en poudre	0,85 kg	de données
<b>Entrant</b> : Énergie électrique (ventilation, manutention, éclairage, chauffage, contrôle)	120 kWh/tonne de MO traitée	Électricité Qc (#20)
<b>Entrant</b> : Diesel pour les chargeurs sur roues (sur aire de réception et vers aire de compostage)	1,9 l/t de MO	Diesel (#28)
<b>Sortant</b> : Biogaz produit	140 m <sup>3</sup> /t de MO	84,8 m <sup>3</sup> de gaz naturel évité (#10)
<b>Sortant</b> : CO <sub>2</sub> biogénique issu de la décomposition de la matière organique (digesteur et compostage)	0,85 t/t de MO	CO2 biogénique (#50)
<b>Sortant</b> : Eau usée avec les caractéristiques suivantes : MES : 1400-2000 mg/l (1700 en moy) DBO : 600-4000 mg/l (2300 en moy) sulfure soluble : 0-2 mg/l (1 en moy)	0,73 m <sup>3</sup> /t de MO	1240 g MES (#55) 1680 g DBO5 (#56) 0,73 g Sulfur (#57)
<b>Sortant</b> : Compost produit. 1 tonne de compost remplace : 3,3 kg de P2O5 (diammonium phosphate) 3,3 kg de K2O (potassium chloride) 13 kg de N (urée)	0,4 t /t de MO	Fertilisants chimiques évités (#34)
<b>Sortant</b> : Rejets solides (fragments de métal, plastique, verre ou autre)	0,2 t/t de MO	Transport 0,2 t vers trait. des RU (#15)

Tableau C.10 : Digestion anaérobie (#8-DA)

Données générales	Donnée	Modélisation*
<b>Digestion anaérobie (procédé humide) sans post-compostage sur place (installation sur l'île de Montréal)</b> <b>Collecte des résidus alimentaires séparés, avec sacs de plastique.</b> <b>SOURCE : Questionnaire, « #8-DA_50kt RA.xls » répondu par Solinov le 26 juin 2007.</b>	--	--
Capacité de traitement	50 000 t/an ou 140 t/jour	
Superficie totale bâtie	7 000 m <sup>2</sup>	--
Superficie totale du terrain (incluant le stationnement et les aires extérieures de circulation pavés évalués à 4000 m <sup>2</sup> )	11 000 m <sup>2</sup>	Occupation des terres : 11 000m <sup>2</sup> * 20 ans (#9)
Phase de mise en œuvre	Donnée	Modélisation
1. Bâtiment administratif, type bureau avec béton, structure d'acier	500 m <sup>2</sup>	Bâtiment structure d'acier (#16)
2. Bâtiment de réception : plancher et murs de béton (environ 4 pieds de haut), structure en acier, structure du toit en acier inoxydable, toiture et revêtement de plastique, avec système de ventilation	1700 m <sup>2</sup> , 600 m <sup>3</sup> de béton	Béton (#18) Aire couverte (#17)
3. Bâtiment de traitement : type industriel avec béton, structure en acier, avec système de ventilation	2600 m <sup>2</sup> 2600 m <sup>3</sup> de béton	Béton (#18) Aire couverte (#17)
4. Digesteur anaérobie : silo en béton et acier, couvercle en acier inoxydable	1250 m <sup>2</sup> 300 m <sup>3</sup> de béton	Béton (#18)
5. Biofiltre extérieur : caisson de béton	950 m <sup>2</sup> 200 m <sup>3</sup> de béton	Béton (#18)
Équipements fixes : - Benne d'alimentation (1x), - Ouvreur de sacs (2 x), déchiqueteur/tritrateur (2x), mélangeur-agitateur (2x), presse mécanique (1x) (posé 15 t), réservoirs (2x) (posé 5t), tamiseur (1x), - convoyeurs (165 m de long), Négligé : système de ventilation de l'aire de maturation (aération forcée), système de ventilation des bâtiments (pour 4300 m <sup>2</sup> ), pompes et conduites (2x), équipement biogaz, raccordement à l'égout (décharge de l'eau usée)	50% des coûts d'immobilisation (env. 15,5 M\$, soit 15,5 \$/t)	1*Benne d'alimentation (#25) 12* Machine outil générique 5t (#24) 165 m * Convoyeur (#26)
Équipements mobiles : 3 chargeurs sur roues de 5,5 m <sup>3</sup>	--	3 * Équipement mobile (#22)
Phase d'opération	Donnée	Modélisation
<b>Entrant</b> : eau de l'aqueduc	0,5 m <sup>3</sup> /t de MO traitée	Eau aqueduc (#14)
<b>Entrant</b> : Matériaux du biofiltre (changé aux 5 ans) : Compost (produit à l'interne) : 100 t Résidus de bois déchiquetés (écorces), 100% recyclé : 240 t (0,3 t/m <sup>3</sup> ) : 800 m <sup>3</sup>	0,003 m <sup>3</sup> de bois/t MO ou 1 kg de bois /t MO	Transport local de 1 kg en camion (#15) Énergie pour déchiquetage de 1 kg de bois/t (#23)
Entrant : Polymère pour déshydratation, 0,85g/L Exemple d'un polymère (il est à noter qu'il existe une grande variété de polymères...): Prosedim CS 247 (utilisé dans les stations d'épuration des eaux usées). Copolymère d'acrylamide anionique en poudre	1 m <sup>3</sup> /t MO 0,85 kg	Négligé par manque de données
<b>Entrant</b> : Énergie électrique (ventilation, manutention, éclairage, chauffage, contrôle)	100 kWh/tonne de MO traitée	Électricité Qc (#20)
<b>Entrant</b> : Diesel pour les chargeurs sur roues (sur aire de réception et vers aire de compostage)	1,1 l/t de MO	Diesel (#28)
<b>Sortant</b> : Biogaz produit	140 m <sup>3</sup> /t de MO	84,8 m <sup>3</sup> de gaz naturel évité (#10)

Données générales	Donnée	Modélisation*
<b>Sortant</b> : CO <sub>2</sub> biogénique issu de la décomposition de la matière organique (digesteur et compostage)	0,85 t/t de MO	CO2 biogénique (#50)
<b>Sortant</b> : Digestats à composter ailleurs	0,4 t /t de MO	Transport régional ou local (#15)
<b>Sortant</b> : Eau usée avec les caractéristiques suivantes : MES : 1400-2000 mg/l (1700 en moy) DBO : 600-4000 mg/l (2300 en moy) sulfure soluble : 0-2 mg/l (1 en moy)	0,73 m <sup>3</sup> /t de MO	1240 g MES (#55) 1680 g DBO5 (#56) 0,73 g Sulfur (#57)
<b>Sortant</b> : Rejets solides (fragments de métal, plastique, verre ou autre)	0,2 t/t de MO	Transport 0,2 t vers trait. des RU (#15)

Tableau C.11 : Digestion anaérobie (#9-DA)

Données générales	Donnée	Modélisation*
<b>Digestion anaérobie (procédé humide) avec post-compostage sur place d'une quantité double de digestat (installation sur l'île de Montréal)</b> <b>Collecte des résidus alimentaires séparés, avec sacs de plastique.</b> <b>SOURCE : Questionnaire, « #9-DA_50kt RA.xls » répondu par Solinov le 26 juin 2007.</b>	--	--
Capacité de traitement	50 000 t/an ou 140 t/jour	
Superficie totale bâtie	13 000 m <sup>2</sup>	--
Superficie totale du terrain (incluant le stationnement et les aires extérieures de circulation pavés évalués à 4000 m <sup>2</sup> )	17 000 m <sup>2</sup>	Occupation des terres : 17 000m <sup>2</sup> * 20 ans (#9)
Phase de mise en œuvre	Donnée	Modélisation
1. Bâtiment administratif, type bureau avec béton, structure d'acier	500 m <sup>2</sup>	Bâtiment structure d'acier (#16)
2. Bâtiment de réception : plancher et murs de béton (environ 4 pieds de haut), structure en acier, structure du toit en acier inoxydable, toiture et revêtement de plastique, avec système de ventilation	1700 m <sup>2</sup> , 600 m <sup>3</sup> de béton	Béton (#18) Aire couverte (#17)
3. Bâtiment de traitement : type industriel avec béton, structure en acier, avec système de ventilation	2600 m <sup>2</sup> 2600 m <sup>3</sup> de béton	Béton (#18) Aire couverte (#17)
4. Digesteur anaérobie : silo en béton et acier, couvercle en acier inoxydable	1250 m <sup>2</sup> 300 m <sup>3</sup> de béton	Béton (#18)
5. Aire de compostage / maturation : plancher et murs de béton (environ 4 pieds de haut), structure en acier, structure du toit en acier inoxydable, toiture de plastique	5800 m <sup>2</sup> 2000 m <sup>3</sup> de béton	Béton (#18) Aire couverte (#17)
6. Biofiltre extérieur : caisson de béton	950 m <sup>2</sup> 200 m <sup>3</sup> de béton	Béton (#18)
Équipements fixes : - Benne d'alimentation (1x), - Ouvreur de sacs (2 x), déchiqueteur/tritrateur (2x), mélangeur-agitateur (2x), presse mécanique (1x) (posé 15 t), réservoirs (2x) (posé 5t), tamiseur (1x), - convoyeurs (165 m de long), Négligé : système de ventilation de l'aire de maturation (aération forcée), système de ventilation des bâtiments (pour 4300 m <sup>2</sup> ), pompes et conduites (2x), équipement biogaz, raccordement à l'égout (décharge de l'eau usée)	47% des coûts d'immobilisation (env. 18,3 M\$, soit 18,33 \$/t)	1*Benne d'alimentation (#25) 12* Machine outil générique 5t (#24) 165 m * Convoyeur (#26)
Équipements mobiles : 3 chargeurs sur roues de 5,5 m <sup>3</sup>	---	3 * Équipement mobile (#22)
Phase d'opération	Donnée	Modélisation
<b>Entrant</b> : eau de l'aqueduc	0,5 m <sup>3</sup> /t de MO traitée	Eau aqueduc (#14)
<b>Entrant</b> : agents structurants pour compostage : résidus de bois des CRD (construction, rénovation, démolition), résidus verts des ICI (feuilles, branches), résidus de bois industriels (issus de la transformation du bois, des industries papetières et des industries de fabrication (portes et fenêtres, panneaux, etc.)	Matière 100% recyclée, 0,045 t/tonne de MO traitée dont 50% doit être déchiqueté	Transport local, 0,045 t en camion (#15) Énergie pour déchiquetage de 22,5 kg de bois/t (#23)
<b>Entrant</b> : Matériaux du biofiltre (changé aux 5 ans) : Compost (produit à l'interne) : 100 t Résidus de bois déchiquetés (écorces), 100% recyclé : 240 t (0,3 t/m <sup>3</sup> ) : 800 m <sup>3</sup>	0,003 m <sup>3</sup> de bois/t MO ou 1 kg de bois /t MO	Transport local de 1 kg en camion (#15) Énergie pour déchiquetage de 1 kg de bois/t (#23)

Données générales	Donnée	Modélisation*
Entrant : Polymère pour déshydratation, 0,85g/L Exemple d'un polymère (il est à noter qu'il existe une grande variété de polymères...): Prosedim CS 247 (utilisé dans les stations d'épuration des eaux usées). Copolymère d'acrylamide anionique en poudre	1 m <sup>3</sup> /t MO 0,85 kg	Négligé par manque de données
<b>Entrant</b> : Énergie électrique (ventilation, manutention, éclairage, chauffage, contrôle)	130 kWh/tonne de MO traitée	Électricité Qc (#20)
<b>Entrant</b> : Diesel pour les chargeurs sur roues (sur aire de réception et vers aire de compostage)	2,2 l/t de MO	Diesel (#28)
<b>Sortant</b> : Biogaz produit	140 m <sup>3</sup> /t de MO	84,8 m <sup>3</sup> de gaz naturel évité (#10)
<b>Sortant</b> : CO <sub>2</sub> biogénique issu de la décomposition de la matière organique (digesteur et compostage)	0,85 t/t de MO	CO <sub>2</sub> biogénique (#50)
<b>Sortant</b> : Eau usée avec les caractéristiques suivantes : MES : 1400-2000 mg/l (1700 en moy) DBO : 600-4000 mg/l (2300 en moy) sulfure soluble : 0-2 mg/l (1 en moy)	0,73 m <sup>3</sup> /t de MO	1240 g MES (#55) 1680 g DBO5 (#56) 0,73 g Sulfur (#57)
<b>Sortant</b> : Compost produit. 1 tonne de compost remplace : 3,3 kg de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (diammonium phosphate) 3,3 kg de K <sub>2</sub> O (potassium chloride) 13 kg de N (urée)	0,8 t /t de MO	Fertilisants chimiques évités (#34)
<b>Sortant</b> : Rejets solides (fragments de métal, plastique, verre ou autre)	0,2 t/t de MO	Transport de 0,2 t vers trait. des RU (#15)

Tableau C.12 : Digestion anaérobie (#10-DA)

Données générales	Donnée	Modélisation*
<b>Digestion anaérobie (procédé liquide) avec post-compostage sur place (installation sur l'île de Montréal)</b> <b>Collecte des résidus alimentaires séparés, avec sacs de plastique.</b> <b>SOURCE : Questionnaire, « #10-DA_85kt RA.xls » répondu par Solinov le 1<sup>er</sup> juin 2007.</b>	--	--
Capacité de traitement	85 000 t/an ou 230 t/jour	
Superficie totale bâtie	15 500 m <sup>2</sup>	--
Superficie totale du terrain (incluant le stationnement et les aires extérieures de circulation pavés évalués à 8000 m <sup>2</sup> )	23 500 m <sup>2</sup>	Occupation des terres : 23 500m <sup>2</sup> * 20 ans (#9)
Phase de mise en œuvre	Donnée	Modélisation
1. Bâtiment administratif, type bureau avec béton, structure d'acier	500 m <sup>2</sup>	Bâtiment structure d'acier (#16)
2. Bâtiment de réception : plancher et murs de béton (environ 4 pieds de haut), structure en acier, structure du toit en acier inoxydable, toiture et revêtement de plastique, avec système de ventilation	2800 m <sup>2</sup> , 950 m <sup>3</sup> de béton	Béton (#18) Aire couverte (#17)
3. Bâtiment de traitement : type industriel avec béton, structure en acier, avec système de ventilation	4300 m <sup>2</sup> 4300 m <sup>3</sup> de béton	Béton (#18) Aire couverte (#17)
4. Digesteur anaérobie : silo en béton et acier, couvercle en acier inoxydable	1875 m <sup>2</sup> 450 m <sup>3</sup> de béton	Béton (#18)
5. Aire de compostage / maturation : plancher et murs de béton (environ 4 pieds de haut), structure en acier, structure du toit en acier inoxydable, toiture de plastique	4800 m <sup>2</sup> 1600 m <sup>3</sup> de béton	Béton (#18) Aire couverte (#17)
6. Biofiltre extérieur : caisson de béton	1600 m <sup>2</sup> 350 m <sup>3</sup> de béton	Béton (#18)
Équipements fixes : -Benne d'alimentation (2x), -Ouvreur de sacs (3 x), déchiqueteur/tritrateur (2x), mélangeur-agitateur (3x), presse mécanique (2x) (posé 15 t), réservoirs (4x) (posé 5t), tamiseur (2x), -convoyeurs (280 m de long), Négligé : système de ventilation de l'aire de maturation (aération forcée), système de ventilation des bâtiments (pour 7100 m <sup>2</sup> ), pompes et conduites (3x), équipement biogaz (2x), raccordement à l'égout (décharge de l'eau usée)	44% des coûts d'immobilisation (env. 22,44 M\$, soit 13,20 \$/t)	2*Benne d'alimentation (#25) 12* Machine outil générique 5t (#24) 280 m * Convoyeur (#26)
Équipements mobiles : 5 chargeurs sur roues de 5,5 m <sup>3</sup>	--	5 * Équipement mobile (#22)
Phase d'opération	Donnée	Modélisation
<b>Entrant</b> : eau de l'aqueduc	0,5 m <sup>3</sup> /t de MO traitée	Eau aqueduc (#14)
<b>Entrant</b> : agents structurants pour compostage : résidus de bois des CRD (construction, rénovation, démolition), résidus verts des ICI (feuilles, branches), résidus de bois industriels (issus de la transformation du bois, des industries papetières et des industries de fabrication (portes et fenêtres, panneaux, etc.))	Matière 100% recyclée, 0,045 t/tonne de MO traitée dont 50% doit être déchiqueté	Transport local, 0,045 t en camion (#15) Énergie pour déchiquetage de 22,5 kg de bois/t (#23)
<b>Entrant</b> : Matériaux du biofiltre (changé aux 5 ans) : Compost (produit à l'interne) : 170 t Résidus de bois déchiquetés (écorces), 100% recyclé : 400 t (0,3 t/m <sup>3</sup> ) : 1350 m <sup>3</sup>	0,003 m <sup>3</sup> de bois/t MO ou 1 kg de bois /t MO	Transport local de 1 kg en camion (#15) Énergie pour déchiquetage de 1 kg de bois/t (#23)
<b>Entrant</b> : Polymère pour déshydratation, 0,85g/L	1 m <sup>3</sup> /t MO	Négligé par manque

Données générales	Donnée	Modélisation*
Exemple d'un polymère (il est à noter qu'il existe une grande variété de polymères...): Prosedim CS 247 (utilisé dans les stations d'épuration des eaux usées). Copolymère d'acrylamide anionique en poudre	0,85 kg	de données
<b>Entrant</b> : Énergie électrique (ventilation, manutention, éclairage, chauffage, contrôle)	120 kWh/tonne de MO traitée	Électricité Qc (#20)
<b>Entrant</b> : Diesel pour les chargeurs sur roues (sur aire de réception et vers aire de compostage)	1,9 l/t de MO	Diesel (#28)
<b>Sortant</b> : Biogaz produit	140 m <sup>3</sup> /t de MO	84,8 m <sup>3</sup> de gaz naturel évité (#10)
<b>Sortant</b> : CO <sub>2</sub> biogénique issu de la décomposition de la matière organique (digesteur et compostage)	0,85 t/t de MO	CO2 biogénique (#50)
<b>Sortant</b> : Eau usée avec les caractéristiques suivantes : MES : 1400-2000 mg/l (1700 en moy) DBO : 600-4000 mg/l (2300 en moy) sulfure soluble : 0-2 mg/l (1 en moy)	0,73 m <sup>3</sup> /t de MO	1240 g MES (#55) 1680 g DBO5 (#56) 0,73 g Sulfur (#57)
<b>Sortant</b> : Compost produit. 1 tonne de compost remplace : 3,3 kg de P2O5 (diammonium phosphate) 3,3 kg de K2O (potassium chloride) 13 kg de N (urée)	0,4 t /t de MO	Fertilisants chimiques évités (#34)
<b>Sortant</b> : Rejets solides (fragments de métal, plastique, verre ou autre)	0,2 t/t de MO	Transport de 0,2 t vers trait. des RU (#15)

Tableau C.13 :Tri-compostage

Données générales	Donnée	Modélisation*
<b>Tri-compostage des résidus mixtes (RU+RA) issus des habitations de 9 logements et plus.</b> <b>SOURCE : Questionnaire, « CIRAIG_Questionnaire_Tri-compostage.xls » répondu par Solinov le 15 mai 2007 et le rapport SNC-Lavalin et Solinov (2007).</b> <b>Données adaptées suite aux commentaires de Conporec (André Giguère, ing.) le 12 juillet 2007.</b>	--	--
Capacité de traitement	125 000 t/an ou 342 t/jour	--
Superficie totale bâtie	37 500 m <sup>2</sup>	--
Superficie totale du terrain (spécifié par Conporec)	100 000 m <sup>2</sup>	Occupation des terres : 100 000m <sup>2</sup> * 20 ans (#9)
Phase de mise en œuvre	Donnée	Modélisation
1. Bâtiment administratif	500 m <sup>2</sup>	Bâtiment structure d'acier (#16)
2. Aire de réception : plancher et murs de béton (environ 4 pieds de haut), structure en acier, structure du toit en acier inoxydable, toiture et revêtement de plastique, avec système de ventilation	2800 m <sup>2</sup> , 950 m <sup>3</sup> de béton	Béton (#18) Aire couverte (#17)
3. Bâtiment de traitement : tunnels de béton, structure en acier, structure du toit en acier inoxydable, toiture et revêtement de plastique, avec système de ventilation	6100 m <sup>2</sup> , 2070 m <sup>3</sup> de béton	Béton (#18) Aire couverte (#17)
4. Bioréacteur, cylindre en acier	1100 m <sup>2</sup> , 130 m <sup>3</sup> d'acier	1020 t d'acier (#19)
5. Aire de compostage, silos-couloirs de béton, structure en acier, structure du toit en acier inoxydable, toiture de plastique	5900 m <sup>2</sup> , 2600 m <sup>3</sup> de béton	Béton (#18) Aire couverte (#17)
6. Aire de maturation. Située à l'extérieur de l'île de Montréal.	17 500 m <sup>2</sup> 5900 m <sup>3</sup> de béton	Béton (#18)
7. Biofiltre extérieur : caisson de béton	4500 m <sup>2</sup> , 850 m <sup>3</sup> de béton	Béton (#18)
Équipements fixes : -Bennes d'alimentation (6x) -Mélangeurs-agitateurs (4x); grappin et pont roulant (posé 100 t); Système de roulement de tambours (3x); Broyeur pour compost (3x); Agitateurs mécaniques pour silo-couloirs (3x); Tamiseur (3x); Chaîne de tri mécanisé, incluant 1 tamiseur, 1 séparateur balistique, 1 dispositif de courant Eddy, 1 table de tri manuel, bennes, convoyeurs et passerelles en métal. (posé 200 t) - Convoyeurs, 420 m pour env. 40t/h -Négligé : ventilateurs et contrôles pour les silos et les bâtiments, pompes, conduites, dosage.	--	6*Benne d'alimentation (#25) 2 * 420 m de Convoyeur (#26) 76 * machine 5t (#24)
Équipements mobiles : chargeurs sur roues de 5,5 m <sup>3</sup>	5	5 * Équipement mobile (#22)
Phase d'opération	Donnée	Modélisation
<b>Entrant</b> : eau de l'aqueduc Il faut compter entre 0,1 et 0,13 tonnes d'eau par tonnes de déchets auxquelles il faut ajouter l'eau pour l'humidification du compost au traitement intensif qui peut se situer aux alentours de 0,1 t/ t de compost entreposé	0,18 m <sup>3</sup> /t de RM traitée	Eau aqueduc (#14)
<b>Entrant</b> : Matériaux du biofiltre (changé aux 5 ans) : Compost (produit à l'interne) : 480 t (non comptabilisé) Résidus bois déchiquetés (écorces), 100% recyclé : 1125 t	1,8 kg de bois /t MO	Transp. Rég. 1,8 kg en camion (#15) Énergie pour déchiquetage de 1,8 kg de bois/t (#23)

Données générales	Donnée	Modélisation*
<b>Entrant</b> : Énergie électrique (ventilation, manutention, éclairage, chauffage, contrôle)	120 kWh/tonne de RM traitée	Électricité Qc (#20)
<b>Entrant</b> : Diesel pour les chargeurs sur roues	1200 l/jour, soit 3,47 l/t de RM	Diesel (#28)
<b>Sortant</b> : CO <sub>2</sub> biogénique issu de la décomposition de la matière organique	1,23 t/t de RM	CO <sub>2</sub> bio (#50)
<b>Sortant</b> : Compost produit à l'extérieur de l'île (0,26t/t RM). Le compost remplace de la terre de remblai Puisque les densités respectives du compost (0,35 à 0,45 tonnes/m <sup>3</sup> ) et de la terre (1,2 à 1,6 tonnes par m <sup>3</sup> ) sont différentes, on pose que : 1 t de compost remplace 0,5 t de terre de remblayage	0,26 t compost/t de RM	0,13 t de sol de remblayage évité (#35) Transp. du compost à maturer sur dist. régionale (#15)
<b>Sortant</b> : Rejets solides (fragments de métal, plastique, verre ou autre) (30% refus)	0,3 t/t de RM	Transp. 0,3 t vers trait. RU (#15)
<b>Sortants</b> : Métaux à recycler (issus du tri) :5 %, <u>Hypothèse</u> : 1% métaux non ferreux (70 % Al et 30% Cu) 4% métaux ferreux.	0,05 t/t de RM	Transp. de 0,05 t, 100 km (vers recycleurs) (#15) Récupération métaux (#40)

Tableau C.14 :Pré-traitement mécano-biologique

Données générales	Donnée	Modélisation*
<b>Pré-traitement mécano-biologique des résidus ultimes avant l'incinération ou la gazéification.</b>	--	--
<b>Données adaptés du tri-compostage (Tableau C.13)</b>		
Capacité de traitement	125 000 t/an ou 345 t/jour	--
Superficie occupée : Aire de réception : 2800 m²; Bioréacteur : 1100m²; Bâtiment de traitement : 6100 m².	10 000 m²	Occupation des terres : 10 000m² * 20 ans (#9)
Phase de mise en œuvre	Donnée	Modélisation
1. Bâtiment administratif	---	Inclus dans l'incinérateur ou le gazéificateur
2. Aire de réception : plancher et murs de béton (environ 4 pieds de haut), structure en acier, structure du toit en acier inoxydable, toiture et revêtement de plastique, avec système de ventilation	2800 m², 950 m³ de béton	Béton (#18) Aire couverte (#17)
3. Bâtiment de traitement : tunnels de béton, structure en acier, structure du toit en acier inoxydable, toiture et revêtement de plastique, avec système de ventilation	6100 m², 2070 m³ de béton	Béton (#18) Aire couverte (#17)
4. Bioréacteur, cylindre en acier	1100 m², 130 m³ d'acier	1020 t d'acier (#19)
Équipements fixes : -Benches d'alimentation (6x) -Mélangeurs-agitateurs (4x); -Grappin et pont roulant (posé 100 t) -Système de roulement de tambours (3x) -Agitateurs mécaniques pour silo-couloirs (3x) - Chaîne de tri mécanisé, incluant 1 tamiseur, 1 séparateur balistique, 1 dispositif de courant Eddy, 1 table de tri manuel, benches, convoyeurs et passerelles en métal. (posé 200 t) -Convoyeurs, 420 m pour env. 40t/h -Négligé : ventilateurs et contrôles pour les silos et les bâtiments, pompes, conduites, dosage.		6*Benche d'alimentation (#25) 2 * 420 m de Convoyeur (#26) 70 * machine 5t (#24)
Équipements mobiles : chargeurs sur roues de 5,5 m³	5	5 * Équipement mobile (#22)
Phase d'opération	Donnée	Modélisation
<b>Entrant</b> : Énergie électrique (ventilation, manutention, éclairage, chauffage, contrôle)	120 kWh/tonne de RM traitée	Électricité Qc (#20)
<b>Entrant</b> : Eau de l'aqueduc. 0,13 m³ d'eau/t de RM pour humidifier les déchets	0,13 m³/t	Eau aqueduc (#14)
<b>Entrant</b> : Diesel pour les chargeurs sur roues	1200 l/jour, soit 3,47 l/t de RM	Diesel (#28)
<b>Sortant</b> : vapeur	0,213 t/t de RM	Non comptabilisé
<b>Sortant</b> : Matières résiduelles prétraitées, prêtes pour l'incinération ou la gazéification	0,567 t/t RM	Pas de transport : intégré à l'incinérateur ou au gazéificateur
<b>Sortant</b> : Rejets solides (fragments de métal, plastique, verre ou autre)	0,17 t/t de RM	Transp. de 0,17 t vers traitement RU (#15)
<b>Sortants</b> : Métaux à recycler (issus du tri) :5 %, dont : 1% métaux non ferreux (70 % Al et 30% Cu) 4% métaux ferreux.	0,05 t/t de RM	Transp. de 0,05 t, 100 km (vers recycleurs) (#15) Récupération métaux (#40)

Tableau C.15 : Gazéification

Données générales	Donnée	Modélisation*
<b>Gazéification des résidus ultimes</b> <b>SOURCE : Questionnaire, « CIRAIG_Questionnaire_Gazéification.xls » répondu par SNC-Lavalin le 4 mai 2007 et le rapport SNC-Lavalin et Solinov (2007)</b>		--
Capacité de traitement	181 500 t/an ou 24,2 t/h, 7500h/an	
Superficie totale du terrain (incluant le stationnement et les aires extérieures de circulation pavés)	40 000 m <sup>2</sup>	Occupation des terres : 40 000m <sup>2</sup> * 20 ans (#9)
Phase de mise en œuvre	Donnée	Modélisation
Bâtiment en acier et aluminium (11200 m <sup>2</sup> ), 70m x 160 m x 25m de hauteur Équipements fixes non spécifiés	10% plus d'équipements qu'un incinérateur	2,2* Incinérateur DSM de 100 kt (# 60)
Équipements mobiles : aucun	--	--
Phase d'opération	Donnée	Modélisation
<b>Entrant</b> : eau de l'aqueduc pour refroidissement (93 m <sup>3</sup> /h)	3,9 m <sup>3</sup> /t de RU traitée	Eau aqueduc (#14)
<b>Entrant</b> : a) Soude caustique (NaOH) (718 kg/h) b) HCl (241 kg/h) c) Fe-Chélatant (13 kg/h) d) Peroxyde d'hydrogène (H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ) (24,1 kg/h)	a) 29,7 kg/t b) 10 kg/t c) 0,5kg/t d) 1 kg/t	NaOH (#29) HCl (#30) Iron (III) (#31) Peroxyde (#32) Transport local de 41,5 kg (#15)
<b>Entrant</b> : Énergie électrique (manutention, éclairage, contrôle)	360 kWh/tonne de RU traitée	Électricité Qc (#20)
<b>Entrant</b> : Gaz naturel (pour gazéification) (964 Nm <sup>3</sup> /h)	40Nm <sup>3</sup> /t de RU	Gaz naturel (#10) Transport 70 km par pipeline (#11)
<b>Sortant</b> : co-produits : a) Sels mélangés – NaCl (2 927 t/an) b) Zinc (1 808 t/an) c) Soufre (278 t/an) d) Granulats – vitrifiés (7 953 t /an)	a) 16 kg NaCl/t b) 10 kg Zn/t c) 1,5 kg S/t d) 44 kg vitrifié /t	a) NaCl (#36) b) Zinc (#37) c) Soufre (#38) d) Gravier (#39)
<b>Sortant</b> : Syngaz (gaz de synthèse) Capacité calorifique entre 5 et 14 MJ/Nm <sup>3</sup> , soit 8 MJ/Nm <sup>3</sup> en moyenne. 8 MJ/Nm <sup>3</sup> = 2,222 kWh/Nm <sup>3</sup>	1056 Nm <sup>3</sup> ou 2,35 MWh/t de RU	265 m <sup>3</sup> de gaz naturel évité (#10) Combustion de gaz naturel évité (#12)
<b>Sortant</b> : Rejets gazeux : tous les gaz produits sont précipités ou inclus comme impuretés dans le syngaz. Aucune émission directe à l'atmosphère. Cependant les impuretés sont émises lors de la combustion du syngaz dans les quantités suivantes (concentrations fournies par Thermostelect) : débit : la combustion de 25 567 Nm <sup>3</sup> /h de syngaz donne 67 500 Nm <sup>3</sup> /h de gaz. Pour les 1 056 Nm <sup>3</sup> de syngaz/t RU on obtient environ 2 800 Nm <sup>3</sup> de gaz/t RU. a) Matières particulaires (PM) : < 10 mg/Nm <sup>3</sup> (valeur inconnue. Posée = 10) b) Cd : 1,5 µg/Nm <sup>3</sup> c) Hg : 12,5 µg/Nm <sup>3</sup> d) PCDD/F (dioxines et furanes) : 0,01 ng/Nm <sup>3</sup> e) HCl : 0,15 mg/Nm <sup>3</sup> f) SO <sub>2</sub> : 1,5 mg/Nm <sup>3</sup> g) NOx : 10 ppmv = 540 µg/mol = 540 µg/22,4 litres = 24 mg/Nm <sup>3</sup> h) CO : 5 mg/Nm <sup>3</sup> i) HF : 8 ng/Nm <sup>3</sup> j) Pb : valeur inconnue. Posée = 70 µg/Nm <sup>3</sup> (½ valeur garantie)	Par tonne RU: a) 28 g b) 4,2 mg c) 35,4 mg d) 28 ng e) 420 mg f) 4,2 g g) 67,5 g h) 14 mg i) 22,4 µg j) 196 mg	a) PM (#41 ) b) Cd (#42) c) Hg (#43) d) PCDD/F ( #44) e) HCl (#45) f) SO <sub>2</sub> (#49) g) NOx (#46) h) CO (#52) i) HF (#51) j) Pb (#53)

Tableau C.16 : Incinération à lit fluidisé

Données générales	Donnée	Modélisation*
<b>Incinération des résidus ultimes sur lit fluidisé.</b> <b>SOURCE : Données partiellement adaptées d'un incinérateur à grille : « CIRAIG_Questionnaire_incinération.xls » répondu par SNC-Lavalin le 17 mai 2007 et le rapport SNC-Lavalin et Solinov (2007).</b> <b>Spécification pour l'incinérateur à lit fluidisé : Ville de Montréal (J-P. Panet) et Christian Pusterhofer, AUSTRIAN ENERGY &amp; ENVIRONMENT AG &amp; Co KG (27 juin 2007)</b>	--	--
Capacité de traitement	400 000 t/an ou 48,8 t RU/h, 8 200 h/an	--
Superficie totale du terrain (incluant le stationnement et les aires extérieures de circulation pavés) : 100 m x 200 m	20 000 m <sup>2</sup>	Occupation des terres : 20 000m <sup>2</sup> * 20 ans (#9)
Phase de mise en œuvre	Donnée	Modélisation
Bâtiment en acier et aluminium, 65m x 150 m x 25m de hauteur (9750 m <sup>2</sup> ) Équipements fixes non spécifiés.	--	4* Incinérateur DSM de 100 kt (# 60)
Équipements mobiles : aucun	--	--
Phase d'opération	Donnée	Modélisation
<b>Entrant</b> : eau de l'aqueduc pour lavage (scrubbing) des cendres et dilution de la chaux (id. incinérateur à grille)	2,72 m <sup>3</sup> /t de RU traitée	Eau aqueduc (#14)
<b>Entrant</b> : Chaux (50% d'un incinérateur à grille)	5 kg chaux/t RU	Chaux (#33) Transport local de 5 kg (#15)
<b>Entrant</b> : Énergie électrique (manutention, éclairage, contrôle) (id. incinérateur à grille)	44 kWh/t	Électricité Qc (#20)
<b>Sortant</b> : Cendres (au total, id. incinérateur à grille, mais réduction des cendres volantes à 2%) a) Cendres volantes, stabilisation par encapsulation b) Mâchefer, enfouissement local (près de l'incinérateur) c) cendres volantes vers atmosphère : non considérées dans le bilan. Aucune donnée sur sa composition.	a) 20 kg/t RU b) 230 kg/t RU	Transport vers enfouissement : 20kg sur dist. régionale (#15)  Enfouissement mâchefer 230 kg (#61)  Stabilisation par encapsulation, 20 kg (#62)
<b>Sortant</b> : Énergie produite. Basé sur l'incinérateur à lit fluidisé de Neumünster (Allemagne). Les matières résiduelles contiennent 14 000 kJ/kg RU dont environ 50% peut être récupéré, soit 1950 kWh/t RU. a) 30% sous forme d'électricité, soit 585 kWh b) 70% sous forme de vapeur, soit 1365 kWh. La vapeur est considérée à 450°C, 65 bar (env. 950 PSI, 900°F). À ces conditions, la vapeur surchauffée a une enthalpie de 3 295 kJ/kg. ( <a href="http://www.roymech.co.uk/Related/Thermos/Thermos_Steam_Tables_6.html">http://www.roymech.co.uk/Related/Thermos/Thermos_Steam_Tables_6.html</a> ) 1365 kWh = 4900 MJ/t RU à 3295kJ/kg vapeur = env. 1500 kg vapeur/t RU	a) 585 kWh/t RU b) 1,5 t vapeur/ t RU	a) Production de d'électricité évitée (#20) b) Production de vapeur évitée (#13)
<b>Sortant</b> : Rejets gazeux. Données issues de l'incinérateur à lit fluidisé de Neumünster (Allemagne). Débit d'air : 135 000 Nm <sup>3</sup> /h = 2770 Nm <sup>3</sup> de gaz/t RU. : a) Matières particulaires (PM) : 0,834 mg/Nm <sup>3</sup> b) CO : 1,744 mg/Nm <sup>3</sup> c) COT : 0,082 mg/Nm <sup>3</sup> d) HCl : 5,811 mg/Nm <sup>3</sup>	Par tonne de RU : 2770 Nm <sup>3</sup> /t * concentration	a) PM (#41) b) CO (#52) c) COT (#58) d) HCl (#45) e) HF (#51) f) SO <sub>2</sub> (#49) g) NO <sub>2</sub> (#47)

Données générales	Donnée	Modélisation*
e) HF : 0,136 mg/Nm <sup>3</sup> f) SO <sub>2</sub> : 0,079 mg/Nm <sup>3</sup> g) NO <sub>2</sub> : 124,973 mg/Nm <sup>3</sup> h) Hg : 0,051 µg/Nm <sup>3</sup> i) Cd, Tl : 0,194 µg/Nm <sup>3</sup> j) Métaux lourds (Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V, Sn) : 0,02323 mg/m <sup>3</sup> k) PCDD/F (dioxines et furanes) : 0,006653 ng/Nm <sup>3</sup>		h) Hg (#43) i) Cd (#42) et Th (# 59) j) Métaux (#53) k) PCDD (#44)
<b>Sortants</b> : Rejets liquides (70% d'un incinérateur à grille)	0,1 m <sup>3</sup> d'eau/t RU	Traitement d'eaux usées (#63)

**Tableau C.17 : Enfouissement en bioréacteur**

Données générales	Donnée	Modélisation*
<b>Enfouissement des résidus ultimes dans un site de type « bioréacteur ».</b> <b>SOURCE :</b> Données adaptées d'une étude réalisée antérieurement par le CIRAIG (2003) et du « CIRAIG_Questionnaire_enfouissement » rempli par SNC-Lavalin le 22 mai 2007. Validation de la production de biogaz : Ville de Montréal (M. Héroux)	--	--
Capacité de traitement	200 000 t/an ou 640 t RU /j	--
Superficie totale du terrain	330 000 m <sup>2</sup>	Occupation des terres : 330 000m <sup>2</sup> * 50 ans (#9)
Phase de mise en œuvre	Donnée	Modélisation
Bâtiment administratif	200 m <sup>2</sup>	Bâtiment structure d'acier (#16)
Poste de pesée	Jugé négligeable	---
Édifice de service (garage)	1000 m <sup>2</sup>	Bâtiment structure d'acier (#16)
Mise en œuvre du lieu d'enfouissement en bioréacteur, de la tuyauterie de captage de biogaz-injection de lixiviats, du réservoir de lixiviat et des équipements mobiles (bulldozer, rouleau compresseur, camions pour le transport de la terre de recouvrement)	Non fournie	Inclus dans le bioréacteur modélisé par CIRAIG (2003)
Phase d'opération	Donnée	Modélisation
<b>Entrant :</b> Construction des machineries : Transport des matériaux de recouvrement : 2 camions à benne Compaction des déchets : 2 bulldozer, 1 rouleau compresseur	5 machines	5 * Équipement mobile (#22)
<b>Entrant :</b> Diesel pour l'opération de la machinerie	--	Inclus dans le bioréacteur modélisé par CIRAIG (2003)
<b>Entrant :</b> Matériaux de recouvrement, consommation de carburant	--	Inclus dans le bioréacteur modélisé par CIRAIG (2003)
<b>Sortant :</b> biogaz a) enfouissement de RU sans tri-compostage : potentiel de 50% de 112 m <sup>3</sup> /t (56 m <sup>3</sup> /t), dont 75% est réellement produit (42 m <sup>3</sup> /t) b) enfouissement des refus du tri-compostage : 25% de 112 m <sup>3</sup> /t (28 m <sup>3</sup> /t), dont 75% est réellement produit (21 m <sup>3</sup> /t) Note : au cours des 20 premières années d'opération, il est considéré que l'efficacité de captage est de 80%. Pour les années 20 à 50, un taux de 90% de captation est considéré. (puis aucune production par la suite)	a) 42 m <sup>3</sup> biogaz/t, à 55% de CH <sub>4</sub> b) 21 m <sup>3</sup> biogaz/t, à 55% de CH <sub>4</sub>	Inclus dans le bioréacteur modélisé par CIRAIG (2003)
<b>Sortant :</b> Émissions à l'atmosphère 20% de biogaz non captés : a) ) enfouissement de RU 2 voies : 8,4 m <sup>3</sup> /t b) ) enfouissement des refus du tri-compostage :4,2 m <sup>3</sup> /t	--	Inclus dans le bioréacteur modélisé par CIRAIG (2003)
<b>Sortant :</b> Émission de lixiviats	Non fournie	Inclus dans le bioréacteur modélisé par CIRAIG (2003)

## Référence

CIRAIG (2003). Life Cycle Assessment of the Bioreactor Concept and Engineered Landfill for Municipal Solid Waste Treatment, Rapport final préparé pour Environnement Canada, 74 p. + 9 annexes.

**ANNEXE D :**  
**DONNÉES SOCIALES ET TECHNICO-ÉCONOMIQUES**

---

**LISTE DES TABLEAUX DE DONNÉES SOCIALES ET TECHNICO-ÉCONOMIQUES**

Tableau D.1 : Compostage en andains sur aire ouverte (#1-CO).....	D-3
Tableau D.2 : Compostage en andains sur aire ouverte (#2H-CO) .....	D-5
Tableau D.3 : Compostage en système semi-fermé (#3H-CFO) .....	D-7
Tableau D.4 : Compostage en système semi-fermé (#4H-CFO) .....	D-9
Tableau D.5 : Compostage en système fermé (#5-CF) .....	D-11
Tableau D.6 : Compostage en système fermé (#6 et 6H-CF).....	D-13
Tableau D.7 : Digestion anaérobie (#7-DA) .....	D-15
Tableau D.8 : Digestion anaérobie (#8-DA) .....	D-17
Tableau D.9 : Digestion anaérobie (#9-DA) .....	D-19
Tableau D.10 : Digestion anaérobie (#10-DA) .....	D-21
Tableau D.11 : Installation mixte (#1+7) .....	D-23
Tableau D.12 : Installation mixte (#1+10) .....	D-23
Tableau D.13 : Tri-compostage.....	D-24
Tableau D.14 : Gazéification.....	D-26
Tableau D.15 : Incinération à lit fluidisé .....	D-28
Tableau D.16 : Enfouissement en bioréacteur.....	D-30

**Tableau D.1 : Compostage en andains sur aire ouverte (#1 et 1H-CO)**

Critères	Donnée																																
<b>Compostage en andains sur aire ouverte (installation sur l'île de Montréal)</b>																																	
<b>Collecte des résidus verts séparés, avec sacs de plastique.</b>																																	
<b>SOURCE : Questionnaire, « #1-CO_30kt RV.xls » répondu par Solinov le 1<sup>er</sup> juin 2007.</b>																																	
<b>Social</b>																																	
<b>Acceptabilité/ Incidences sociales</b>																																	
Facilité d'application	Non applicable. Évalué pour la collecte.																																
Acceptabilité	Voisins du site : Note = 4/5 Population en général : Note = 4/5																																
Potentiel d'implication citoyenne et incidences sociales	Implication : <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Implication des ressources locales existantes;</li> <li>▪ Implication citoyenne par la formation possible d'un comité de vigilance;</li> <li>▪ Responsabilisation relativement au volume de matières résiduelles produites;</li> <li>▪ Autres : retombées positives suite à l'épandage du compost pour l'embellissement des aires.</li> </ul>																																
	4 emplois créés : <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Opération, entretien et maintenance (3)</li> <li>▪ Administration et gestion (1)</li> </ul>																																
<b>SST/ Risques technologiques</b>																																	
SST	<table border="0"> <thead> <tr> <th>Sources</th> <th>Risque potentiel</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A- Utilisation de machines, d'appareils, d'outils, de robots, etc.</td> <td>F</td> </tr> <tr> <td>B- Utilisation / manipulation de produits dangereux tels que solvants, pesticides, désinfectants, etc.</td> <td>nul</td> </tr> <tr> <td>C- Manipulation de matières présentant un risque de contamination biologique.</td> <td>F</td> </tr> <tr> <td>D- Manipulation de matières présentant un risque de blessure (coupure, etc.)</td> <td>F</td> </tr> <tr> <td>E- Transport et la manutention de charges de toutes sortes.</td> <td>F</td> </tr> <tr> <td>F- Postures de travail ou aménagement physique des lieux présentant un risque ergonomique.</td> <td>F</td> </tr> <tr> <td>G- Empilage et entreposage de matériel de toutes sortes.</td> <td>F</td> </tr> <tr> <td>H- Émission de poussières, de gaz et de vapeurs occasionnés par divers procédés.</td> <td>F</td> </tr> <tr> <td>I- Qualité de l'air.</td> <td>F</td> </tr> <tr> <td>J- Niveau de bruit, période d'exposition, etc.</td> <td>F</td> </tr> <tr> <td>K- Températures basses ou élevées, période d'exposition, etc.</td> <td>Nul</td> </tr> <tr> <td>L- Absence de mesure d'urgence.</td> <td>Nul</td> </tr> <tr> <td>M- Organisation du travail (horaires, rythme, répétitivité, etc.)</td> <td>F</td> </tr> <tr> <td>N- Contacts avec des personnes potentiellement agressives</td> <td>Nul</td> </tr> <tr> <td>O- Autres (spécifier) :</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Sources	Risque potentiel	A- Utilisation de machines, d'appareils, d'outils, de robots, etc.	F	B- Utilisation / manipulation de produits dangereux tels que solvants, pesticides, désinfectants, etc.	nul	C- Manipulation de matières présentant un risque de contamination biologique.	F	D- Manipulation de matières présentant un risque de blessure (coupure, etc.)	F	E- Transport et la manutention de charges de toutes sortes.	F	F- Postures de travail ou aménagement physique des lieux présentant un risque ergonomique.	F	G- Empilage et entreposage de matériel de toutes sortes.	F	H- Émission de poussières, de gaz et de vapeurs occasionnés par divers procédés.	F	I- Qualité de l'air.	F	J- Niveau de bruit, période d'exposition, etc.	F	K- Températures basses ou élevées, période d'exposition, etc.	Nul	L- Absence de mesure d'urgence.	Nul	M- Organisation du travail (horaires, rythme, répétitivité, etc.)	F	N- Contacts avec des personnes potentiellement agressives	Nul	O- Autres (spécifier) :	
Sources	Risque potentiel																																
A- Utilisation de machines, d'appareils, d'outils, de robots, etc.	F																																
B- Utilisation / manipulation de produits dangereux tels que solvants, pesticides, désinfectants, etc.	nul																																
C- Manipulation de matières présentant un risque de contamination biologique.	F																																
D- Manipulation de matières présentant un risque de blessure (coupure, etc.)	F																																
E- Transport et la manutention de charges de toutes sortes.	F																																
F- Postures de travail ou aménagement physique des lieux présentant un risque ergonomique.	F																																
G- Empilage et entreposage de matériel de toutes sortes.	F																																
H- Émission de poussières, de gaz et de vapeurs occasionnés par divers procédés.	F																																
I- Qualité de l'air.	F																																
J- Niveau de bruit, période d'exposition, etc.	F																																
K- Températures basses ou élevées, période d'exposition, etc.	Nul																																
L- Absence de mesure d'urgence.	Nul																																
M- Organisation du travail (horaires, rythme, répétitivité, etc.)	F																																
N- Contacts avec des personnes potentiellement agressives	Nul																																
O- Autres (spécifier) :																																	
Risques technologiques	<table border="0"> <thead> <tr> <th>Type de risques</th> <th>Probabilité d'occurrence</th> <th>Gravité</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A- Incendie / explosion</td> <td>F</td> <td>F</td> </tr> <tr> <td>B- Déversement de liquide(s) toxique(s)</td> <td>Nulle</td> <td></td> </tr> <tr> <td>C- Émanation de vapeurs toxiques</td> <td>Nulle</td> <td></td> </tr> <tr> <td>D- Accident impliquant des véhicules</td> <td>M</td> <td>F</td> </tr> <tr> <td>E- Transport de matières dangereuses</td> <td>Nulle</td> <td></td> </tr> <tr> <td>F- Autres (spécifier) :</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Type de risques	Probabilité d'occurrence	Gravité	A- Incendie / explosion	F	F	B- Déversement de liquide(s) toxique(s)	Nulle		C- Émanation de vapeurs toxiques	Nulle		D- Accident impliquant des véhicules	M	F	E- Transport de matières dangereuses	Nulle		F- Autres (spécifier) :													
Type de risques	Probabilité d'occurrence	Gravité																															
A- Incendie / explosion	F	F																															
B- Déversement de liquide(s) toxique(s)	Nulle																																
C- Émanation de vapeurs toxiques	Nulle																																
D- Accident impliquant des véhicules	M	F																															
E- Transport de matières dangereuses	Nulle																																
F- Autres (spécifier) :																																	
<b>Nuisances</b>																																	
Auditives	Faible; Note : 4/5																																
Visuelles	Faible; Note : 4/5																																
Olfactives et qualité de l'air	Faible; Note : 4/5																																

Critères	Donnée
Salubrité et sécurité pour les citoyens	Moyen-faible; Note : 3/5
Encombrement routier	Faible; Note : 4/5
<b>Technico-économique</b>	
<b>Bilan économique</b>	
Coûts totaux	Investissement nécessaire pour la mise en œuvre : 4,8 M\$ ou 160 \$/tonne Coût d'opération et d'entretien : 45\$/tonne
Revenus d'exploitation	Vente de compost (0 à 10\$/tonne) : revenu moyen en croissance Crédit d'émission de carbone (marché non développé)
<b>Aspects techniques</b>	
Flexibilité de la technologie	Il est assez facile d'adapter la technologie pour tous les types de variation
Faisabilité technique	Simple à entretenir et à contrôler Mise en place : rapidement, 1 à 2 ans
Qualité des produits obtenus	Compost : Excellente qualité, niveau élevé de confiance à l'égard du marché

\* F : faible; M : moyen; E : élevé.

**Tableau D.2 : Compostage en andains sur aire ouverte (#2H-CO)**

Critères	Donnée																																
<b>Compostage en andains sur aire ouverte (installation hors de l'île de Montréal) pour les résidus verts et les digestats non traités par l'installation #8.</b>																																	
<b>Collecte des résidus verts séparés, avec sacs de plastique.</b>																																	
<b>SOURCE : Questionnaire, « #2H-CO_30kt RV+20kt digestat.xls » répondu par Solinov le 26 juin 2007.</b>																																	
<b>Social</b>																																	
<b>Acceptabilité/ Incidences sociales</b>																																	
Facilité d'application	Non applicable. Évalué pour la collecte.																																
Acceptabilité	Voisins du site : Note = 3/5 Population en général : Note = 4/5																																
Potentiel d'implication citoyenne et incidences sociales	Implication : <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Implication des ressources locales existantes;</li> <li>▪ Implication citoyenne par la formation possible d'un comité de vigilance;</li> <li>▪ Responsabilisation relativement au volume de matières résiduelles produites : La séparation à la source peut favoriser l'herbicyclage, car les citoyens prennent conscience des quantités de résidus verts mises en bordure de rue;</li> <li>▪ Autres : retombées positives suite à l'épandage du compost pour l'embellissement des aires.</li> </ul>																																
	5 emplois créés : <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Opération, entretien et maintenance (4)</li> <li>▪ Administration et gestion (1)</li> </ul>																																
<b>SST/ Risques technologiques</b>																																	
SST	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 60%;">Sources</td> <td style="width: 40%; text-align: right;">Risque potentiel</td> </tr> <tr> <td>A- Utilisation de machines, d'appareils, d'outils, de robots, etc.</td> <td style="text-align: right;">F</td> </tr> <tr> <td>B- Utilisation / manipulation de produits dangereux tels que solvants, pesticides, désinfectants, etc.</td> <td style="text-align: right;">nul</td> </tr> <tr> <td>C- Manipulation de matières présentant un risque de contamination biologique.</td> <td style="text-align: right;">F</td> </tr> <tr> <td>D- Manipulation de matières présentant un risque de blessure (coupure, etc.)</td> <td style="text-align: right;">F</td> </tr> <tr> <td>E- Transport et la manutention de charges de toutes sortes.</td> <td style="text-align: right;">F</td> </tr> <tr> <td>F- Postures de travail ou aménagement physique des lieux présentant un risque ergonomique.</td> <td style="text-align: right;">F</td> </tr> <tr> <td>G- Empilage et entreposage de matériel de toutes sortes.</td> <td style="text-align: right;">F</td> </tr> <tr> <td>H- Émission de poussières, de gaz et de vapeurs occasionnés par divers procédés.</td> <td style="text-align: right;">F</td> </tr> <tr> <td>I- Qualité de l'air.</td> <td style="text-align: right;">F</td> </tr> <tr> <td>J- Niveau de bruit, période d'exposition, etc.</td> <td style="text-align: right;">F</td> </tr> <tr> <td>K- Températures basses ou élevées, période d'exposition, etc.</td> <td style="text-align: right;">Nul</td> </tr> <tr> <td>L- Absence de mesure d'urgence.</td> <td style="text-align: right;">Nul</td> </tr> <tr> <td>M- Organisation du travail (horaires, rythme, répétitivité, etc.)</td> <td style="text-align: right;">F</td> </tr> <tr> <td>N- Contacts avec des personnes potentiellement agressives</td> <td style="text-align: right;">Nul</td> </tr> <tr> <td>O- Autres (spécifier) :</td> <td></td> </tr> </table>	Sources	Risque potentiel	A- Utilisation de machines, d'appareils, d'outils, de robots, etc.	F	B- Utilisation / manipulation de produits dangereux tels que solvants, pesticides, désinfectants, etc.	nul	C- Manipulation de matières présentant un risque de contamination biologique.	F	D- Manipulation de matières présentant un risque de blessure (coupure, etc.)	F	E- Transport et la manutention de charges de toutes sortes.	F	F- Postures de travail ou aménagement physique des lieux présentant un risque ergonomique.	F	G- Empilage et entreposage de matériel de toutes sortes.	F	H- Émission de poussières, de gaz et de vapeurs occasionnés par divers procédés.	F	I- Qualité de l'air.	F	J- Niveau de bruit, période d'exposition, etc.	F	K- Températures basses ou élevées, période d'exposition, etc.	Nul	L- Absence de mesure d'urgence.	Nul	M- Organisation du travail (horaires, rythme, répétitivité, etc.)	F	N- Contacts avec des personnes potentiellement agressives	Nul	O- Autres (spécifier) :	
Sources	Risque potentiel																																
A- Utilisation de machines, d'appareils, d'outils, de robots, etc.	F																																
B- Utilisation / manipulation de produits dangereux tels que solvants, pesticides, désinfectants, etc.	nul																																
C- Manipulation de matières présentant un risque de contamination biologique.	F																																
D- Manipulation de matières présentant un risque de blessure (coupure, etc.)	F																																
E- Transport et la manutention de charges de toutes sortes.	F																																
F- Postures de travail ou aménagement physique des lieux présentant un risque ergonomique.	F																																
G- Empilage et entreposage de matériel de toutes sortes.	F																																
H- Émission de poussières, de gaz et de vapeurs occasionnés par divers procédés.	F																																
I- Qualité de l'air.	F																																
J- Niveau de bruit, période d'exposition, etc.	F																																
K- Températures basses ou élevées, période d'exposition, etc.	Nul																																
L- Absence de mesure d'urgence.	Nul																																
M- Organisation du travail (horaires, rythme, répétitivité, etc.)	F																																
N- Contacts avec des personnes potentiellement agressives	Nul																																
O- Autres (spécifier) :																																	
Risques technologiques	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 40%;">Type de risques</td> <td style="width: 20%;">Probabilité d'occurrence</td> <td style="width: 40%;">Gravité</td> </tr> <tr> <td>A- Incendie / explosion</td> <td style="text-align: center;">F</td> <td style="text-align: center;">F</td> </tr> <tr> <td>B- Déversement de liquide(s) toxique(s)</td> <td style="text-align: center;">Nulle</td> <td></td> </tr> <tr> <td>C- Émanation de vapeurs toxiques</td> <td style="text-align: center;">Nulle</td> <td></td> </tr> <tr> <td>D- Accident impliquant des véhicules</td> <td style="text-align: center;">M</td> <td style="text-align: center;">F</td> </tr> <tr> <td>E- Transport de matières dangereuses</td> <td style="text-align: center;">Nulle</td> <td></td> </tr> <tr> <td>F- Autres (spécifier) :</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Type de risques	Probabilité d'occurrence	Gravité	A- Incendie / explosion	F	F	B- Déversement de liquide(s) toxique(s)	Nulle		C- Émanation de vapeurs toxiques	Nulle		D- Accident impliquant des véhicules	M	F	E- Transport de matières dangereuses	Nulle		F- Autres (spécifier) :													
Type de risques	Probabilité d'occurrence	Gravité																															
A- Incendie / explosion	F	F																															
B- Déversement de liquide(s) toxique(s)	Nulle																																
C- Émanation de vapeurs toxiques	Nulle																																
D- Accident impliquant des véhicules	M	F																															
E- Transport de matières dangereuses	Nulle																																
F- Autres (spécifier) :																																	
<b>Nuisances</b>																																	
Auditives	Moyen-faible; Note : 3/5																																

Critères	Donnée
Visuelles	Moyen-faible; Note : 3/5
Olfactives et qualité de l'air	Moyen-faible; Note : 3/5
Salubrité et sécurité pour les citoyens	Moyen-faible; Note : 3/5
Encombrement routier	Moyen-faible; Note : 3/5
<b>Technico-économique</b>	
<b>Bilan économique</b>	
Coûts totaux	Investissement nécessaire pour la mise en œuvre : 9,5 M\$ ou 140 \$/tonne Coût d'opération et d'entretien : 45\$/tonne
Revenus d'exploitation	Vente de compost (0 à 10 \$/tonne) : revenu moyen en croissance Crédit d'émission de carbone (marché non développé)
<b>Aspects techniques</b>	
Flexibilité de la technologie	Il est assez facile d'adapter la technologie pour tous les types de variation
Faisabilité technique	Simple à entretenir et à contrôler Mise en place : rapidement, 1 à 2 ans
Qualité des produits obtenus	Compost : Excellente qualité, niveau élevé de confiance à l'égard du marché

\* F : faible; M : moyen; E : élevé.

**Tableau D.3 : Compostage en système semi-fermé (#3H-CFO)**

Critères	Donnée																																
<b>Compostage en système semi-fermé (installation hors de l'île de Montréal).</b>																																	
<b>Collecte des résidus verts et des résidus alimentaires séparés, avec sacs de plastique.</b>																																	
<b>SOURCE : Questionnaire, « #3H-CFO_30kt RA+20kt RV.xls » répondu par Solinov le 26 juin 2007.</b>																																	
<b>Social</b>																																	
<b>Acceptabilité/ Incidences sociales</b>																																	
Facilité d'application	Non applicable. Évalué pour la collecte.																																
Acceptabilité	Voisins du site : Note = 3/5 Population en général : Note = 3/5																																
Potentiel d'implication citoyenne et incidences sociales	Implication : <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Implication des ressources locales existantes;</li> <li>▪ Implication citoyenne par la formation possible d'un comité de vigilance;</li> <li>▪ Responsabilisation relativement au volume de matières résiduelles produites : La séparation à la source peut favoriser l'herbicyclage, car les citoyens prennent conscience des quantités de résidus verts mises en bordure de rue;</li> <li>▪ Autres : retombées positives suite à l'épandage du compost pour l'embellissement des aires.</li> </ul>																																
	7 emplois créés : <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Opération, entretien et maintenance (5)</li> <li>▪ Administration et gestion (2)</li> </ul>																																
<b>SST/ Risques technologiques</b>																																	
SST	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td>Sources</td> <td style="text-align: right;">Risque potentiel</td> </tr> <tr> <td>A- Utilisation de machines, d'appareils, d'outils, de robots, etc.</td> <td style="text-align: right;">F</td> </tr> <tr> <td>B- Utilisation / manipulation de produits dangereux tels que solvants, pesticides, désinfectants, etc.</td> <td style="text-align: right;">nul</td> </tr> <tr> <td>C- Manipulation de matières présentant un risque de contamination biologique.</td> <td style="text-align: right;">M</td> </tr> <tr> <td>D- Manipulation de matières présentant un risque de blessure (coupure, etc.)</td> <td style="text-align: right;">F</td> </tr> <tr> <td>E- Transport et la manutention de charges de toutes sortes.</td> <td style="text-align: right;">F</td> </tr> <tr> <td>F- Postures de travail ou aménagement physique des lieux présentant un risque ergonomique.</td> <td style="text-align: right;">F</td> </tr> <tr> <td>G- Empilage et entreposage de matériel de toutes sortes.</td> <td style="text-align: right;">F</td> </tr> <tr> <td>H- Émission de poussières, de gaz et de vapeurs occasionnés par divers procédés.</td> <td style="text-align: right;">F</td> </tr> <tr> <td>I- Qualité de l'air.</td> <td style="text-align: right;">F</td> </tr> <tr> <td>J- Niveau de bruit, période d'exposition, etc.</td> <td style="text-align: right;">F</td> </tr> <tr> <td>K- Températures basses ou élevées, période d'exposition, etc.</td> <td style="text-align: right;">Nul</td> </tr> <tr> <td>L- Absence de mesure d'urgence.</td> <td style="text-align: right;">Nul</td> </tr> <tr> <td>M- Organisation du travail (horaires, rythme, répétitivité, etc.)</td> <td style="text-align: right;">F</td> </tr> <tr> <td>N- Contacts avec des personnes potentiellement agressives</td> <td style="text-align: right;">Nul</td> </tr> <tr> <td>O- Autres (spécifier) :</td> <td></td> </tr> </table>	Sources	Risque potentiel	A- Utilisation de machines, d'appareils, d'outils, de robots, etc.	F	B- Utilisation / manipulation de produits dangereux tels que solvants, pesticides, désinfectants, etc.	nul	C- Manipulation de matières présentant un risque de contamination biologique.	M	D- Manipulation de matières présentant un risque de blessure (coupure, etc.)	F	E- Transport et la manutention de charges de toutes sortes.	F	F- Postures de travail ou aménagement physique des lieux présentant un risque ergonomique.	F	G- Empilage et entreposage de matériel de toutes sortes.	F	H- Émission de poussières, de gaz et de vapeurs occasionnés par divers procédés.	F	I- Qualité de l'air.	F	J- Niveau de bruit, période d'exposition, etc.	F	K- Températures basses ou élevées, période d'exposition, etc.	Nul	L- Absence de mesure d'urgence.	Nul	M- Organisation du travail (horaires, rythme, répétitivité, etc.)	F	N- Contacts avec des personnes potentiellement agressives	Nul	O- Autres (spécifier) :	
Sources	Risque potentiel																																
A- Utilisation de machines, d'appareils, d'outils, de robots, etc.	F																																
B- Utilisation / manipulation de produits dangereux tels que solvants, pesticides, désinfectants, etc.	nul																																
C- Manipulation de matières présentant un risque de contamination biologique.	M																																
D- Manipulation de matières présentant un risque de blessure (coupure, etc.)	F																																
E- Transport et la manutention de charges de toutes sortes.	F																																
F- Postures de travail ou aménagement physique des lieux présentant un risque ergonomique.	F																																
G- Empilage et entreposage de matériel de toutes sortes.	F																																
H- Émission de poussières, de gaz et de vapeurs occasionnés par divers procédés.	F																																
I- Qualité de l'air.	F																																
J- Niveau de bruit, période d'exposition, etc.	F																																
K- Températures basses ou élevées, période d'exposition, etc.	Nul																																
L- Absence de mesure d'urgence.	Nul																																
M- Organisation du travail (horaires, rythme, répétitivité, etc.)	F																																
N- Contacts avec des personnes potentiellement agressives	Nul																																
O- Autres (spécifier) :																																	
Risques technologiques	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td>Type de risques</td> <td>Probabilité d'occurrence</td> <td>Gravité</td> </tr> <tr> <td>A- Incendie / explosion</td> <td style="text-align: center;">F</td> <td style="text-align: center;">F</td> </tr> <tr> <td>B- Déversement de liquide(s) toxique(s)</td> <td style="text-align: center;">Nulle</td> <td></td> </tr> <tr> <td>C- Émanation de vapeurs toxiques</td> <td style="text-align: center;">Nulle</td> <td></td> </tr> <tr> <td>D- Accident impliquant des véhicules</td> <td style="text-align: center;">M</td> <td style="text-align: center;">F</td> </tr> <tr> <td>E- Transport de matières dangereuses</td> <td style="text-align: center;">Nulle</td> <td></td> </tr> <tr> <td>F- Autres (spécifier) :</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Type de risques	Probabilité d'occurrence	Gravité	A- Incendie / explosion	F	F	B- Déversement de liquide(s) toxique(s)	Nulle		C- Émanation de vapeurs toxiques	Nulle		D- Accident impliquant des véhicules	M	F	E- Transport de matières dangereuses	Nulle		F- Autres (spécifier) :													
Type de risques	Probabilité d'occurrence	Gravité																															
A- Incendie / explosion	F	F																															
B- Déversement de liquide(s) toxique(s)	Nulle																																
C- Émanation de vapeurs toxiques	Nulle																																
D- Accident impliquant des véhicules	M	F																															
E- Transport de matières dangereuses	Nulle																																
F- Autres (spécifier) :																																	
<b>Nuisances</b>																																	
Auditives	Moyen-faible; Note : 3/5																																
Visuelles	Moyen-faible; Note : 3/5																																

Critères	Donnée
Olfactives et qualité de l'air	Moyen-élevé; Note : 2/5
Salubrité et sécurité pour les citoyens	Moyen-faible; Note : 3/5
Encombrement routier	Moyen-faible; Note : 3/5
<b>Technico-économique</b>	
<b>Bilan économique</b>	
Coûts totaux	Investissement nécessaire pour la mise en œuvre : 11,5 M\$ ou 230 \$/tonne Coût d'opération et d'entretien : 54\$/tonne
Revenus d'exploitation	Vente de compost (0 à 10 \$/tonne) : revenu moyen en croissance Crédit d'émission de carbone (marché non développé)
<b>Aspects techniques</b>	
Flexibilité de la technologie	Il est assez facile d'adapter la technologie pour tous les types de variation
Faisabilité technique	Plus simple à entretenir et à contrôler que le compostage en système fermé (CF) et plus complexe que le compostage en système ouvert (CO) Mise en place : rapidement, 1 à 2 ans
Qualité des produits obtenus	Compost : Excellente qualité, niveau élevé de confiance à l'égard du marché

\* F : faible; M : moyen; E : élevé.

**Tableau D.4 : Compostage en système semi-fermé (#4H-CFO)**

Critères	Donnée																																
<b>Compostage en système semi-fermé (installation hors de l'île de Montréal)</b>																																	
<b>Collecte des résidus verts et alimentaires en bacs roulants (mixte).</b>																																	
<b>SOURCE : Questionnaire, « #4H-CFO_20kt RA+30kt RV.xls » répondu par Solinov le 26 juin 2007.</b>																																	
<b>Social</b>																																	
<b>Acceptabilité/ Incidences sociales</b>																																	
Facilité d'application	Non applicable. Évalué pour la collecte.																																
Acceptabilité	Voisins du site : Note = 3/5 Population en général : Note = 3/5																																
Potentiel d'implication citoyenne et incidences sociales	Implication : <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Implication des ressources locales existantes;</li> <li>▪ Implication citoyenne par la formation possible d'un comité de vigilance;</li> <li>▪ Responsabilisation relativement au volume de matières résiduelles produites : La séparation à la source peut favoriser l'herbicyclage, car les citoyens prennent conscience des quantités de résidus verts mises en bordure de rue;</li> <li>▪ Autres : retombées positives suite à l'épandage du compost pour l'embellissement des aires.</li> </ul>																																
	7 emplois créés : <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Opération, entretien et maintenance (5)</li> <li>▪ Administration et gestion (2)</li> </ul>																																
<b>SST/ Risques technologiques</b>																																	
SST	<table border="0"> <thead> <tr> <th>Sources</th> <th>Risque potentiel</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A- Utilisation de machines, d'appareils, d'outils, de robots, etc.</td> <td>F</td> </tr> <tr> <td>B- Utilisation / manipulation de produits dangereux tels que solvants, pesticides, désinfectants, etc.</td> <td>nul</td> </tr> <tr> <td>C- Manipulation de matières présentant un risque de contamination biologique.</td> <td>M</td> </tr> <tr> <td>D- Manipulation de matières présentant un risque de blessure (coupure, etc.)</td> <td>F</td> </tr> <tr> <td>E- Transport et la manutention de charges de toutes sortes.</td> <td>F</td> </tr> <tr> <td>F- Postures de travail ou aménagement physique des lieux présentant un risque ergonomique.</td> <td>F</td> </tr> <tr> <td>G- Empilage et entreposage de matériel de toutes sortes.</td> <td>F</td> </tr> <tr> <td>H- Émission de poussières, de gaz et de vapeurs occasionnés par divers procédés.</td> <td>F</td> </tr> <tr> <td>I- Qualité de l'air.</td> <td>F</td> </tr> <tr> <td>J- Niveau de bruit, période d'exposition, etc.</td> <td>F</td> </tr> <tr> <td>K- Températures basses ou élevées, période d'exposition, etc.</td> <td>Nul</td> </tr> <tr> <td>L- Absence de mesure d'urgence.</td> <td>Nul</td> </tr> <tr> <td>M- Organisation du travail (horaires, rythme, répétitivité, etc.)</td> <td>F</td> </tr> <tr> <td>N- Contacts avec des personnes potentiellement agressives</td> <td>Nul</td> </tr> <tr> <td>O- Autres (spécifier) :</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Sources	Risque potentiel	A- Utilisation de machines, d'appareils, d'outils, de robots, etc.	F	B- Utilisation / manipulation de produits dangereux tels que solvants, pesticides, désinfectants, etc.	nul	C- Manipulation de matières présentant un risque de contamination biologique.	M	D- Manipulation de matières présentant un risque de blessure (coupure, etc.)	F	E- Transport et la manutention de charges de toutes sortes.	F	F- Postures de travail ou aménagement physique des lieux présentant un risque ergonomique.	F	G- Empilage et entreposage de matériel de toutes sortes.	F	H- Émission de poussières, de gaz et de vapeurs occasionnés par divers procédés.	F	I- Qualité de l'air.	F	J- Niveau de bruit, période d'exposition, etc.	F	K- Températures basses ou élevées, période d'exposition, etc.	Nul	L- Absence de mesure d'urgence.	Nul	M- Organisation du travail (horaires, rythme, répétitivité, etc.)	F	N- Contacts avec des personnes potentiellement agressives	Nul	O- Autres (spécifier) :	
Sources	Risque potentiel																																
A- Utilisation de machines, d'appareils, d'outils, de robots, etc.	F																																
B- Utilisation / manipulation de produits dangereux tels que solvants, pesticides, désinfectants, etc.	nul																																
C- Manipulation de matières présentant un risque de contamination biologique.	M																																
D- Manipulation de matières présentant un risque de blessure (coupure, etc.)	F																																
E- Transport et la manutention de charges de toutes sortes.	F																																
F- Postures de travail ou aménagement physique des lieux présentant un risque ergonomique.	F																																
G- Empilage et entreposage de matériel de toutes sortes.	F																																
H- Émission de poussières, de gaz et de vapeurs occasionnés par divers procédés.	F																																
I- Qualité de l'air.	F																																
J- Niveau de bruit, période d'exposition, etc.	F																																
K- Températures basses ou élevées, période d'exposition, etc.	Nul																																
L- Absence de mesure d'urgence.	Nul																																
M- Organisation du travail (horaires, rythme, répétitivité, etc.)	F																																
N- Contacts avec des personnes potentiellement agressives	Nul																																
O- Autres (spécifier) :																																	
Risques technologiques	<table border="0"> <thead> <tr> <th>Type de risques</th> <th>Probabilité d'occurrence</th> <th>Gravité</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A- Incendie / explosion</td> <td>F</td> <td>F</td> </tr> <tr> <td>B- Déversement de liquide(s) toxique(s)</td> <td>Nulle</td> <td></td> </tr> <tr> <td>C- Émanation de vapeurs toxiques</td> <td>Nulle</td> <td></td> </tr> <tr> <td>D- Accident impliquant des véhicules</td> <td>M</td> <td>F</td> </tr> <tr> <td>E- Transport de matières dangereuses</td> <td>Nulle</td> <td></td> </tr> <tr> <td>F- Autres (spécifier) :</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Type de risques	Probabilité d'occurrence	Gravité	A- Incendie / explosion	F	F	B- Déversement de liquide(s) toxique(s)	Nulle		C- Émanation de vapeurs toxiques	Nulle		D- Accident impliquant des véhicules	M	F	E- Transport de matières dangereuses	Nulle		F- Autres (spécifier) :													
Type de risques	Probabilité d'occurrence	Gravité																															
A- Incendie / explosion	F	F																															
B- Déversement de liquide(s) toxique(s)	Nulle																																
C- Émanation de vapeurs toxiques	Nulle																																
D- Accident impliquant des véhicules	M	F																															
E- Transport de matières dangereuses	Nulle																																
F- Autres (spécifier) :																																	
<b>Nuisances</b>																																	
Auditives	Moyen-faible; Note : 3/5																																
Visuelles	Moyen-faible; Note : 3/5																																

Critères	Donnée
Olfactives et qualité de l'air	Moyen-élevé; Note : 2/5
Salubrité et sécurité pour les citoyens	Moyen-faible; Note : 3/5
Encombrement routier	Moyen-faible; Note : 3/5
<b>Technico-économique</b>	
<b>Bilan économique</b>	
Coûts totaux	Investissement nécessaire pour la mise en œuvre : 10 M\$ ou 200 \$/tonne Coût d'opération et d'entretien : 51\$/tonne
Revenus d'exploitation	Vente de compost (0 à 10 \$/tonne) : revenu moyen en croissance Crédit d'émission de carbone (marché non développé)
<b>Aspects techniques</b>	
Flexibilité de la technologie	Il est assez facile d'adapter la technologie pour tous les types de variation
Faisabilité technique	Plus simple à entretenir et à contrôler que le compostage en système fermé (CF) et plus complexe que le compostage en système ouvert (CO) Mise en place : rapidement, 1 à 2 ans
Qualité des produits obtenus	Compost : Excellente qualité, niveau élevé de confiance à l'égard du marché

\* F : faible; M : moyen; E : élevé.

**Tableau D.5 : Compostage en système fermé (#5-CF)**

Critères	Donnée																																
<b>Compostage en système fermé (installation sur l'île de Montréal)</b>																																	
<b>Collecte des résidus verts et alimentaires en bacs roulants (mixte).</b>																																	
<b>SOURCE : Questionnaire, « #5-CF_50kt RA+RV.xls » répondu par Solinov le 1<sup>er</sup> juin 2007.</b>																																	
<b>Social</b>																																	
<b>Acceptabilité/ Incidences sociales</b>																																	
Facilité d'application	Non applicable. Évalué pour la collecte.																																
Acceptabilité	Voisins du site : Note = 3/5 Population en général : Note = 3/5																																
Potentiel d'implication citoyenne et incidences sociales	Implication : <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Implication des ressources locales existantes;</li> <li>▪ Implication citoyenne par la formation possible d'un comité de vigilance;</li> <li>▪ Responsabilisation relativement au volume de matières résiduelles produites : séparation à la source des matières organiques (en lien avec la collecte); diminution de la fréquence de collecte des résidus ultimes;</li> <li>▪ Autres : retombées positives suite à l'épandage du compost pour l'embellissement des aires.</li> </ul>																																
	7 emplois créés : <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Opération, entretien et maintenance (5)</li> <li>▪ Administration et gestion (2)</li> </ul>																																
<b>SST/ Risques technologiques</b>																																	
SST	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 60%;">Sources</td> <td style="width: 40%; text-align: right;">Risque potentiel</td> </tr> <tr> <td>A- Utilisation de machines, d'appareils, d'outils, de robots, etc.</td> <td style="text-align: right;">F</td> </tr> <tr> <td>B- Utilisation / manipulation de produits dangereux tels que solvants, pesticides, désinfectants, etc.</td> <td style="text-align: right;">nul</td> </tr> <tr> <td>C- Manipulation de matières présentant un risque de contamination biologique.</td> <td style="text-align: right;">M</td> </tr> <tr> <td>D- Manipulation de matières présentant un risque de blessure (coupure, etc.)</td> <td style="text-align: right;">F</td> </tr> <tr> <td>E- Transport et la manutention de charges de toutes sortes.</td> <td style="text-align: right;">F</td> </tr> <tr> <td>F- Postures de travail ou aménagement physique des lieux présentant un risque ergonomique.</td> <td style="text-align: right;">F</td> </tr> <tr> <td>G- Empilage et entreposage de matériel de toutes sortes.</td> <td style="text-align: right;">F</td> </tr> <tr> <td>H- Émission de poussières, de gaz et de vapeurs occasionnés par divers procédés.</td> <td style="text-align: right;">F</td> </tr> <tr> <td>I- Qualité de l'air.</td> <td style="text-align: right;">F</td> </tr> <tr> <td>J- Niveau de bruit, période d'exposition, etc.</td> <td style="text-align: right;">M</td> </tr> <tr> <td>K- Températures basses ou élevées, période d'exposition, etc.</td> <td style="text-align: right;">Nul</td> </tr> <tr> <td>L- Absence de mesure d'urgence.</td> <td style="text-align: right;">Nul</td> </tr> <tr> <td>M- Organisation du travail (horaires, rythme, répétitivité, etc.)</td> <td style="text-align: right;">F</td> </tr> <tr> <td>N- Contacts avec des personnes potentiellement agressives</td> <td style="text-align: right;">Nul</td> </tr> <tr> <td>O- Autres (spécifier) :</td> <td></td> </tr> </table>	Sources	Risque potentiel	A- Utilisation de machines, d'appareils, d'outils, de robots, etc.	F	B- Utilisation / manipulation de produits dangereux tels que solvants, pesticides, désinfectants, etc.	nul	C- Manipulation de matières présentant un risque de contamination biologique.	M	D- Manipulation de matières présentant un risque de blessure (coupure, etc.)	F	E- Transport et la manutention de charges de toutes sortes.	F	F- Postures de travail ou aménagement physique des lieux présentant un risque ergonomique.	F	G- Empilage et entreposage de matériel de toutes sortes.	F	H- Émission de poussières, de gaz et de vapeurs occasionnés par divers procédés.	F	I- Qualité de l'air.	F	J- Niveau de bruit, période d'exposition, etc.	M	K- Températures basses ou élevées, période d'exposition, etc.	Nul	L- Absence de mesure d'urgence.	Nul	M- Organisation du travail (horaires, rythme, répétitivité, etc.)	F	N- Contacts avec des personnes potentiellement agressives	Nul	O- Autres (spécifier) :	
Sources	Risque potentiel																																
A- Utilisation de machines, d'appareils, d'outils, de robots, etc.	F																																
B- Utilisation / manipulation de produits dangereux tels que solvants, pesticides, désinfectants, etc.	nul																																
C- Manipulation de matières présentant un risque de contamination biologique.	M																																
D- Manipulation de matières présentant un risque de blessure (coupure, etc.)	F																																
E- Transport et la manutention de charges de toutes sortes.	F																																
F- Postures de travail ou aménagement physique des lieux présentant un risque ergonomique.	F																																
G- Empilage et entreposage de matériel de toutes sortes.	F																																
H- Émission de poussières, de gaz et de vapeurs occasionnés par divers procédés.	F																																
I- Qualité de l'air.	F																																
J- Niveau de bruit, période d'exposition, etc.	M																																
K- Températures basses ou élevées, période d'exposition, etc.	Nul																																
L- Absence de mesure d'urgence.	Nul																																
M- Organisation du travail (horaires, rythme, répétitivité, etc.)	F																																
N- Contacts avec des personnes potentiellement agressives	Nul																																
O- Autres (spécifier) :																																	
Risques technologiques	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 40%;">Type de risques</td> <td style="width: 20%;">Probabilité d'occurrence</td> <td style="width: 40%;">Gravité</td> </tr> <tr> <td>A- Incendie / explosion</td> <td style="text-align: center;">F</td> <td style="text-align: center;">M</td> </tr> <tr> <td>B- Déversement de liquide(s) toxique(s)</td> <td style="text-align: center;">Nulle</td> <td></td> </tr> <tr> <td>C- Émanation de vapeurs toxiques</td> <td style="text-align: center;">Nulle</td> <td></td> </tr> <tr> <td>D- Accident impliquant des véhicules</td> <td style="text-align: center;">M</td> <td style="text-align: center;">F</td> </tr> <tr> <td>E- Transport de matières dangereuses</td> <td style="text-align: center;">Nulle</td> <td></td> </tr> <tr> <td>F- Autres (spécifier) :</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Type de risques	Probabilité d'occurrence	Gravité	A- Incendie / explosion	F	M	B- Déversement de liquide(s) toxique(s)	Nulle		C- Émanation de vapeurs toxiques	Nulle		D- Accident impliquant des véhicules	M	F	E- Transport de matières dangereuses	Nulle		F- Autres (spécifier) :													
Type de risques	Probabilité d'occurrence	Gravité																															
A- Incendie / explosion	F	M																															
B- Déversement de liquide(s) toxique(s)	Nulle																																
C- Émanation de vapeurs toxiques	Nulle																																
D- Accident impliquant des véhicules	M	F																															
E- Transport de matières dangereuses	Nulle																																
F- Autres (spécifier) :																																	
<b>Nuisances</b>																																	
Auditives	Faible; Note : 4/5																																
Visuelles	Moyen-faible; Note : 3/5																																

Critères	Donnée
Olfactives et qualité de l'air	Moyen-faible; Note : 3/5
Salubrité et sécurité pour les citoyens	Moyen-faible; Note : 3/5
Encombrement routier	Moyen-faible; Note : 3/5
<b>Technico-économique</b>	
<b>Bilan économique</b>	
Coûts totaux	Investissement nécessaire pour la mise en œuvre : 25 M\$ ou 500 \$/tonne Coût d'opération et d'entretien : 85\$/tonne
Revenus d'exploitation	Vente de compost (0 à 10 \$/tonne) : revenu moyen en croissance Crédit d'émission de carbone (marché non développé)
<b>Aspects techniques</b>	
Flexibilité de la technologie	Il est assez facile d'adapter la technologie pour tous les types de variation
Faisabilité technique	Moyennement simple à entretenir et à opérer, i.e. plus complexe que le compostage en système ouvert et que le système semi-ouvert (CFO), mais plus simple que la digestion anaérobie. Mise en place : Relativement rapidement, soit environ 2 ans.
Qualité des produits obtenus	Compost : Excellente qualité, niveau élevé de confiance à l'égard du marché

\* F : faible; M : moyen; E : élevé.

**Tableau D.6 : Compostage en système fermé (#6 et 6H-CF)**

Critères	Donnée																																
<b>Compostage en système fermé (installation sur l'île de Montréal et hors île)</b>																																	
<b>Collecte des résidus alimentaires séparés, avec sacs de plastique.</b>																																	
<b>SOURCE : Questionnaire, « #6-CF_85kt RA.xls » répondu par Solinov le 1<sup>er</sup> juin 2007.</b>																																	
<b>Social</b>																																	
<b>Acceptabilité/ Incidences sociales</b>																																	
Facilité d'application	Non applicable. Évalué pour la collecte.																																
Acceptabilité	Voisins du site : Note = 2/5 Population en général : Note = 2/5																																
Potentiel d'implication citoyenne et incidences sociales	Implication : <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Implication des ressources locales existantes;</li> <li>▪ Implication citoyenne par la formation possible d'un comité de vigilance;</li> <li>▪ Responsabilisation relativement au volume de matières résiduelles produites : séparation à la source des matières organiques (en lien avec la collecte); diminution de la fréquence de collecte des résidus ultimes;</li> <li>▪ Autres : retombées positives suite à l'épandage du compost pour l'embellissement des aires.</li> </ul>																																
	10 emplois créés : <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Opération, entretien et maintenance (8)</li> <li>▪ Administration et gestion (2)</li> </ul>																																
<b>SST/ Risques technologiques</b>																																	
SST	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 60%;">Sources</td> <td style="width: 40%; text-align: right;">Risque potentiel</td> </tr> <tr> <td>A- Utilisation de machines, d'appareils, d'outils, de robots, etc.</td> <td style="text-align: right;">F</td> </tr> <tr> <td>B- Utilisation / manipulation de produits dangereux tels que solvants, pesticides, désinfectants, etc.</td> <td style="text-align: right;">nul</td> </tr> <tr> <td>C- Manipulation de matières présentant un risque de contamination biologique.</td> <td style="text-align: right;">M</td> </tr> <tr> <td>D- Manipulation de matières présentant un risque de blessure (coupure, etc.)</td> <td style="text-align: right;">F</td> </tr> <tr> <td>E- Transport et la manutention de charges de toutes sortes.</td> <td style="text-align: right;">F</td> </tr> <tr> <td>F- Postures de travail ou aménagement physique des lieux présentant un risque ergonomique.</td> <td style="text-align: right;">F</td> </tr> <tr> <td>G- Empilage et entreposage de matériel de toutes sortes.</td> <td style="text-align: right;">F</td> </tr> <tr> <td>H- Émission de poussières, de gaz et de vapeurs occasionnés par divers procédés.</td> <td style="text-align: right;">F</td> </tr> <tr> <td>I- Qualité de l'air.</td> <td style="text-align: right;">F</td> </tr> <tr> <td>J- Niveau de bruit, période d'exposition, etc.</td> <td style="text-align: right;">M</td> </tr> <tr> <td>K- Températures basses ou élevées, période d'exposition, etc.</td> <td style="text-align: right;">Nul</td> </tr> <tr> <td>L- Absence de mesure d'urgence.</td> <td style="text-align: right;">Nul</td> </tr> <tr> <td>M- Organisation du travail (horaires, rythme, répétitivité, etc.)</td> <td style="text-align: right;">F</td> </tr> <tr> <td>N- Contacts avec des personnes potentiellement agressives</td> <td style="text-align: right;">Nul</td> </tr> <tr> <td>O- Autres (spécifier) :</td> <td></td> </tr> </table>	Sources	Risque potentiel	A- Utilisation de machines, d'appareils, d'outils, de robots, etc.	F	B- Utilisation / manipulation de produits dangereux tels que solvants, pesticides, désinfectants, etc.	nul	C- Manipulation de matières présentant un risque de contamination biologique.	M	D- Manipulation de matières présentant un risque de blessure (coupure, etc.)	F	E- Transport et la manutention de charges de toutes sortes.	F	F- Postures de travail ou aménagement physique des lieux présentant un risque ergonomique.	F	G- Empilage et entreposage de matériel de toutes sortes.	F	H- Émission de poussières, de gaz et de vapeurs occasionnés par divers procédés.	F	I- Qualité de l'air.	F	J- Niveau de bruit, période d'exposition, etc.	M	K- Températures basses ou élevées, période d'exposition, etc.	Nul	L- Absence de mesure d'urgence.	Nul	M- Organisation du travail (horaires, rythme, répétitivité, etc.)	F	N- Contacts avec des personnes potentiellement agressives	Nul	O- Autres (spécifier) :	
Sources	Risque potentiel																																
A- Utilisation de machines, d'appareils, d'outils, de robots, etc.	F																																
B- Utilisation / manipulation de produits dangereux tels que solvants, pesticides, désinfectants, etc.	nul																																
C- Manipulation de matières présentant un risque de contamination biologique.	M																																
D- Manipulation de matières présentant un risque de blessure (coupure, etc.)	F																																
E- Transport et la manutention de charges de toutes sortes.	F																																
F- Postures de travail ou aménagement physique des lieux présentant un risque ergonomique.	F																																
G- Empilage et entreposage de matériel de toutes sortes.	F																																
H- Émission de poussières, de gaz et de vapeurs occasionnés par divers procédés.	F																																
I- Qualité de l'air.	F																																
J- Niveau de bruit, période d'exposition, etc.	M																																
K- Températures basses ou élevées, période d'exposition, etc.	Nul																																
L- Absence de mesure d'urgence.	Nul																																
M- Organisation du travail (horaires, rythme, répétitivité, etc.)	F																																
N- Contacts avec des personnes potentiellement agressives	Nul																																
O- Autres (spécifier) :																																	
Risques technologiques	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 40%;">Type de risques</td> <td style="width: 20%;">Probabilité d'occurrence</td> <td style="width: 40%;">Gravité</td> </tr> <tr> <td>A- Incendie / explosion</td> <td style="text-align: center;">F</td> <td style="text-align: center;">M</td> </tr> <tr> <td>B- Déversement de liquide(s) toxique(s)</td> <td style="text-align: center;">Nulle</td> <td></td> </tr> <tr> <td>C- Émanation de vapeurs toxiques</td> <td style="text-align: center;">Nulle</td> <td></td> </tr> <tr> <td>D- Accident impliquant des véhicules</td> <td style="text-align: center;">M</td> <td style="text-align: center;">F</td> </tr> <tr> <td>E- Transport de matières dangereuses</td> <td style="text-align: center;">Nulle</td> <td></td> </tr> <tr> <td>F- Autres (spécifier) :</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Type de risques	Probabilité d'occurrence	Gravité	A- Incendie / explosion	F	M	B- Déversement de liquide(s) toxique(s)	Nulle		C- Émanation de vapeurs toxiques	Nulle		D- Accident impliquant des véhicules	M	F	E- Transport de matières dangereuses	Nulle		F- Autres (spécifier) :													
Type de risques	Probabilité d'occurrence	Gravité																															
A- Incendie / explosion	F	M																															
B- Déversement de liquide(s) toxique(s)	Nulle																																
C- Émanation de vapeurs toxiques	Nulle																																
D- Accident impliquant des véhicules	M	F																															
E- Transport de matières dangereuses	Nulle																																
F- Autres (spécifier) :																																	
<b>Nuisances</b>																																	
Auditives	Moyen-faible; Note : 3/5																																
Visuelles	Moyen-faible; Note : 3/5																																

Critères	Donnée
Olfactives et qualité de l'air	Moyen-élevé; Note : 2/5
Salubrité et sécurité pour les citoyens	Moyen-faible; Note : 3/5
Encombrement routier	Moyen-élevé; Note : 2/5
<b>Technico-économique</b>	
<b>Bilan économique</b>	
Coûts totaux	Investissement nécessaire pour la mise en œuvre : 39,1 M\$ ou 460 \$/tonne Coût d'opération et d'entretien : 85\$/tonne
Revenus d'exploitation	Vente de compost (0 à 10 \$/tonne) : revenu moyen en croissance Crédit d'émission de carbone (marché non développé)
<b>Aspects techniques</b>	
Flexibilité de la technologie	Il est assez facile d'adapter la technologie pour tous les types de variation
Faisabilité technique	Moyennement simple à entretenir et à opérer, i.e. plus complexe que le compostage en système ouvert et que le système semi-ouvert (CFO), mais plus simple que la digestion anaérobie. Mise en place : Relativement rapidement, soit environ 2 ans.
Qualité des produits obtenus	Compost : Excellente qualité, niveau élevé de confiance à l'égard du marché

\* F : faible; M : moyen; E : élevé.

**Tableau D.7 : Digestion anaérobie (#7-DA)**

Critères	Donnée																																
<b>Digestion anaérobie (procédé humide) avec post-compostage sur place (installation sur l'île de Montréal)</b> <b>Collecte des résidus alimentaires séparés, avec sacs de plastique.</b> <b>SOURCE : Questionnaire, « #7-DA_50kt RA.xls » répondu par Solinov le 1<sup>er</sup> juin 2007.</b>																																	
<b>Social</b>																																	
<b>Acceptabilité/ Incidences sociales</b>																																	
Facilité d'application	Non applicable. Évalué pour la collecte.																																
Acceptabilité	Voisins du site : Note = 3/5 Population en général : Note = 2/5																																
Potentiel d'implication citoyenne et incidences sociales	Implication : <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Implication des ressources locales existantes;</li> <li>▪ Implication citoyenne par la formation possible d'un comité de vigilance;</li> <li>▪ Responsabilisation relativement au volume de matières résiduelles produites : séparation à la source des matières organiques (en lien avec la collecte); diminution de la fréquence de collecte des résidus ultimes;</li> <li>▪ Autres : retombées positives suite à l'épandage du compost pour l'embellissement des aires.</li> </ul>																																
	10 emplois créés : <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Opération, entretien et maintenance (8)</li> <li>▪ Administration et gestion (2)</li> </ul>																																
<b>SST/ Risques technologiques</b>																																	
SST	<table border="0" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">Sources</th> <th style="text-align: right;">Risque potentiel</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A- Utilisation de machines, d'appareils, d'outils, de robots, etc.</td> <td style="text-align: right;">F</td> </tr> <tr> <td>B- Utilisation / manipulation de produits dangereux tels que solvants, pesticides, désinfectants, etc.</td> <td style="text-align: right;">nul</td> </tr> <tr> <td>C- Manipulation de matières présentant un risque de contamination biologique.</td> <td style="text-align: right;">M</td> </tr> <tr> <td>D- Manipulation de matières présentant un risque de blessure (coupure, etc.)</td> <td style="text-align: right;">F</td> </tr> <tr> <td>E- Transport et la manutention de charges de toutes sortes.</td> <td style="text-align: right;">F</td> </tr> <tr> <td>F- Postures de travail ou aménagement physique des lieux présentant un risque ergonomique.</td> <td style="text-align: right;">F</td> </tr> <tr> <td>G- Empilage et entreposage de matériel de toutes sortes.</td> <td style="text-align: right;">F</td> </tr> <tr> <td>H- Émission de poussières, de gaz et de vapeurs occasionnés par divers procédés.</td> <td style="text-align: right;">F</td> </tr> <tr> <td>I- Qualité de l'air.</td> <td style="text-align: right;">F</td> </tr> <tr> <td>J- Niveau de bruit, période d'exposition, etc.</td> <td style="text-align: right;">M</td> </tr> <tr> <td>K- Températures basses ou élevées, période d'exposition, etc.</td> <td style="text-align: right;">Nul</td> </tr> <tr> <td>L- Absence de mesure d'urgence.</td> <td style="text-align: right;">Nul</td> </tr> <tr> <td>M- Organisation du travail (horaires, rythme, répétitivité, etc.)</td> <td style="text-align: right;">F</td> </tr> <tr> <td>N- Contacts avec des personnes potentiellement agressives</td> <td style="text-align: right;">Nul</td> </tr> <tr> <td>O- Autres (spécifier) :</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Sources	Risque potentiel	A- Utilisation de machines, d'appareils, d'outils, de robots, etc.	F	B- Utilisation / manipulation de produits dangereux tels que solvants, pesticides, désinfectants, etc.	nul	C- Manipulation de matières présentant un risque de contamination biologique.	M	D- Manipulation de matières présentant un risque de blessure (coupure, etc.)	F	E- Transport et la manutention de charges de toutes sortes.	F	F- Postures de travail ou aménagement physique des lieux présentant un risque ergonomique.	F	G- Empilage et entreposage de matériel de toutes sortes.	F	H- Émission de poussières, de gaz et de vapeurs occasionnés par divers procédés.	F	I- Qualité de l'air.	F	J- Niveau de bruit, période d'exposition, etc.	M	K- Températures basses ou élevées, période d'exposition, etc.	Nul	L- Absence de mesure d'urgence.	Nul	M- Organisation du travail (horaires, rythme, répétitivité, etc.)	F	N- Contacts avec des personnes potentiellement agressives	Nul	O- Autres (spécifier) :	
Sources	Risque potentiel																																
A- Utilisation de machines, d'appareils, d'outils, de robots, etc.	F																																
B- Utilisation / manipulation de produits dangereux tels que solvants, pesticides, désinfectants, etc.	nul																																
C- Manipulation de matières présentant un risque de contamination biologique.	M																																
D- Manipulation de matières présentant un risque de blessure (coupure, etc.)	F																																
E- Transport et la manutention de charges de toutes sortes.	F																																
F- Postures de travail ou aménagement physique des lieux présentant un risque ergonomique.	F																																
G- Empilage et entreposage de matériel de toutes sortes.	F																																
H- Émission de poussières, de gaz et de vapeurs occasionnés par divers procédés.	F																																
I- Qualité de l'air.	F																																
J- Niveau de bruit, période d'exposition, etc.	M																																
K- Températures basses ou élevées, période d'exposition, etc.	Nul																																
L- Absence de mesure d'urgence.	Nul																																
M- Organisation du travail (horaires, rythme, répétitivité, etc.)	F																																
N- Contacts avec des personnes potentiellement agressives	Nul																																
O- Autres (spécifier) :																																	
Risques technologiques	<table border="0" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">Type de risques</th> <th style="text-align: left;">Probabilité d'occurrence</th> <th style="text-align: left;">Gravité</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A- Incendie / explosion</td> <td>M</td> <td>É</td> </tr> <tr> <td>B- Déversement de liquide(s) toxique(s)</td> <td>Nulle</td> <td></td> </tr> <tr> <td>C- Émanation de vapeurs toxiques</td> <td>Nulle</td> <td></td> </tr> <tr> <td>D- Accident impliquant des véhicules</td> <td>M</td> <td>F</td> </tr> <tr> <td>E- Transport de matières dangereuses</td> <td>Nulle</td> <td></td> </tr> <tr> <td>F- Autres (spécifier) :</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Type de risques	Probabilité d'occurrence	Gravité	A- Incendie / explosion	M	É	B- Déversement de liquide(s) toxique(s)	Nulle		C- Émanation de vapeurs toxiques	Nulle		D- Accident impliquant des véhicules	M	F	E- Transport de matières dangereuses	Nulle		F- Autres (spécifier) :													
Type de risques	Probabilité d'occurrence	Gravité																															
A- Incendie / explosion	M	É																															
B- Déversement de liquide(s) toxique(s)	Nulle																																
C- Émanation de vapeurs toxiques	Nulle																																
D- Accident impliquant des véhicules	M	F																															
E- Transport de matières dangereuses	Nulle																																
F- Autres (spécifier) :																																	
<b>Nuisances</b>																																	
Auditives	Faible; Note : 4/5																																
Visuelles	Moyen-élevé; Note : 2/5																																

Critères	Donnée
Olfactives et qualité de l'air	Faible; Note : 4/5
Salubrité et sécurité pour les citoyens	Moyen-faible; Note : 3/5
Encombrement routier	Moyen-faible; Note : 3/5
<b>Technico-économique</b>	
<b>Bilan économique</b>	
Coûts totaux	Investissement nécessaire pour la mise en œuvre : 35 M\$ ou 700 \$/tonne Coût d'opération et d'entretien : 120 \$/tonne
Revenus d'exploitation	Vente de biogaz (0,10 à 0,15\$/m <sup>3</sup> biogaz) : revenu moyen en croissance Vente de compost (0 à 10 \$/tonne) : revenu faible en croissance Crédit d'émission de carbone (marché non développé)
<b>Aspects techniques</b>	
Flexibilité de la technologie	Il est assez facile d'adapter la technologie pour : <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Fluctuation régulières (quantité)</li> <li>▪ Changement de réglementations</li> </ul> Il est difficile, mais possible d'adapter la technologie afin d'accepter une variation de ce type pour : <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Augmentation ou diminution significative avec le temps (quantité)</li> <li>▪ Fluctuations régulières (qualité)</li> <li>▪ Diminution significative de la qualité avec le temps</li> <li>▪ Nouvelles matières ou matières retirées</li> </ul>
Faisabilité technique	Niveau de mécanisation élevé des opérations Main-d'œuvre spécialisée requise Plus complexe à opérer et à entretenir que le compostage en système ouvert et fermé Mise en place : Requier 2 à 3 ans.
Qualité des produits obtenus	Compost : Excellente qualité, niveau élevé de confiance à l'égard du marché

\* F : faible; M : moyen; E : élevé.

**Tableau D.8 : Digestion anaérobie (#8-DA)**

Critères	Donnée																																
<b>Digestion anaérobie (procédé humide) sans post-compostage sur place (installation sur l'île de Montréal)</b> <b>Collecte des résidus alimentaires séparés, avec sacs de plastique.</b> <b>SOURCE : Questionnaire, « #8-DA_50kt RA.xls » répondu par Solinov le 26 juin 2007.</b>																																	
<b>Social</b>																																	
<b>Acceptabilité/ Incidences sociales</b>																																	
Facilité d'application	Non applicable. Évalué pour la collecte.																																
Acceptabilité	Voisins du site : Note = 3/5 Population en général : Note = 2/5																																
Potentiel d'implication citoyenne et incidences sociales	Implication : <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Implication des ressources locales existantes;</li> <li>▪ Implication citoyenne par la formation possible d'un comité de vigilance;</li> <li>▪ Responsabilisation relativement au volume de matières résiduelles produites : séparation à la source des matières organiques (en lien avec la collecte); diminution de la fréquence de collecte des résidus ultimes;</li> <li>▪ Autres : retombées positives suite à l'épandage du compost pour l'embellissement des aires.</li> </ul>																																
	7 emplois créés : <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Opération, entretien et maintenance (5)</li> <li>▪ Administration et gestion (2)</li> </ul>																																
<b>SST/ Risques technologiques</b>																																	
SST	<table border="0" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">Sources</th> <th style="text-align: right;">Risque potentiel</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A- Utilisation de machines, d'appareils, d'outils, de robots, etc.</td> <td style="text-align: right;">F</td> </tr> <tr> <td>B- Utilisation / manipulation de produits dangereux tels que solvants, pesticides, désinfectants, etc.</td> <td style="text-align: right;">nul</td> </tr> <tr> <td>C- Manipulation de matières présentant un risque de contamination biologique.</td> <td style="text-align: right;">M</td> </tr> <tr> <td>D- Manipulation de matières présentant un risque de blessure (coupure, etc.)</td> <td style="text-align: right;">F</td> </tr> <tr> <td>E- Transport et la manutention de charges de toutes sortes.</td> <td style="text-align: right;">F</td> </tr> <tr> <td>F- Postures de travail ou aménagement physique des lieux présentant un risque ergonomique.</td> <td style="text-align: right;">F</td> </tr> <tr> <td>G- Empilage et entreposage de matériel de toutes sortes.</td> <td style="text-align: right;">F</td> </tr> <tr> <td>H- Émission de poussières, de gaz et de vapeurs occasionnés par divers procédés.</td> <td style="text-align: right;">F</td> </tr> <tr> <td>I- Qualité de l'air.</td> <td style="text-align: right;">F</td> </tr> <tr> <td>J- Niveau de bruit, période d'exposition, etc.</td> <td style="text-align: right;">M</td> </tr> <tr> <td>K- Températures basses ou élevées, période d'exposition, etc.</td> <td style="text-align: right;">Nul</td> </tr> <tr> <td>L- Absence de mesure d'urgence.</td> <td style="text-align: right;">Nul</td> </tr> <tr> <td>M- Organisation du travail (horaires, rythme, répétitivité, etc.)</td> <td style="text-align: right;">F</td> </tr> <tr> <td>N- Contacts avec des personnes potentiellement agressives</td> <td style="text-align: right;">Nul</td> </tr> <tr> <td>O- Autres (spécifier) :</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Sources	Risque potentiel	A- Utilisation de machines, d'appareils, d'outils, de robots, etc.	F	B- Utilisation / manipulation de produits dangereux tels que solvants, pesticides, désinfectants, etc.	nul	C- Manipulation de matières présentant un risque de contamination biologique.	M	D- Manipulation de matières présentant un risque de blessure (coupure, etc.)	F	E- Transport et la manutention de charges de toutes sortes.	F	F- Postures de travail ou aménagement physique des lieux présentant un risque ergonomique.	F	G- Empilage et entreposage de matériel de toutes sortes.	F	H- Émission de poussières, de gaz et de vapeurs occasionnés par divers procédés.	F	I- Qualité de l'air.	F	J- Niveau de bruit, période d'exposition, etc.	M	K- Températures basses ou élevées, période d'exposition, etc.	Nul	L- Absence de mesure d'urgence.	Nul	M- Organisation du travail (horaires, rythme, répétitivité, etc.)	F	N- Contacts avec des personnes potentiellement agressives	Nul	O- Autres (spécifier) :	
Sources	Risque potentiel																																
A- Utilisation de machines, d'appareils, d'outils, de robots, etc.	F																																
B- Utilisation / manipulation de produits dangereux tels que solvants, pesticides, désinfectants, etc.	nul																																
C- Manipulation de matières présentant un risque de contamination biologique.	M																																
D- Manipulation de matières présentant un risque de blessure (coupure, etc.)	F																																
E- Transport et la manutention de charges de toutes sortes.	F																																
F- Postures de travail ou aménagement physique des lieux présentant un risque ergonomique.	F																																
G- Empilage et entreposage de matériel de toutes sortes.	F																																
H- Émission de poussières, de gaz et de vapeurs occasionnés par divers procédés.	F																																
I- Qualité de l'air.	F																																
J- Niveau de bruit, période d'exposition, etc.	M																																
K- Températures basses ou élevées, période d'exposition, etc.	Nul																																
L- Absence de mesure d'urgence.	Nul																																
M- Organisation du travail (horaires, rythme, répétitivité, etc.)	F																																
N- Contacts avec des personnes potentiellement agressives	Nul																																
O- Autres (spécifier) :																																	
Risques technologiques	<table border="0" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">Type de risques</th> <th style="text-align: left;">Probabilité d'occurrence</th> <th style="text-align: left;">Gravité</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A- Incendie / explosion</td> <td>M</td> <td>É</td> </tr> <tr> <td>B- Déversement de liquide(s) toxique(s)</td> <td>Nulle</td> <td></td> </tr> <tr> <td>C- Émanation de vapeurs toxiques</td> <td>Nulle</td> <td></td> </tr> <tr> <td>D- Accident impliquant des véhicules</td> <td>M</td> <td>F</td> </tr> <tr> <td>E- Transport de matières dangereuses</td> <td>Nulle</td> <td></td> </tr> <tr> <td>F- Autres (spécifier) :</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Type de risques	Probabilité d'occurrence	Gravité	A- Incendie / explosion	M	É	B- Déversement de liquide(s) toxique(s)	Nulle		C- Émanation de vapeurs toxiques	Nulle		D- Accident impliquant des véhicules	M	F	E- Transport de matières dangereuses	Nulle		F- Autres (spécifier) :													
Type de risques	Probabilité d'occurrence	Gravité																															
A- Incendie / explosion	M	É																															
B- Déversement de liquide(s) toxique(s)	Nulle																																
C- Émanation de vapeurs toxiques	Nulle																																
D- Accident impliquant des véhicules	M	F																															
E- Transport de matières dangereuses	Nulle																																
F- Autres (spécifier) :																																	
<b>Nuisances</b>																																	
Auditives	Faible; Note : 4/5																																
Visuelles	Moyen-élevé; Note : 2/5																																

Critères	Donnée
Olfactives et qualité de l'air	Faible; Note : 4/5
Salubrité et sécurité pour les citoyens	Moyen-faible; Note : 3/5
Encombrement routier	Moyen-faible; Note : 3/5
<b>Technico-économique</b>	
<b>Bilan économique</b>	
Coûts totaux	Investissement nécessaire pour la mise en œuvre : 31 M\$ ou 620 \$/tonne Coût d'opération et d'entretien : 102 \$/tonne
Revenus d'exploitation	Vente de biogaz (0,10 à 0,15\$/m <sup>3</sup> biogaz) : revenu moyen en croissance Crédit d'émission de carbone (marché non développé)
<b>Aspects techniques</b>	
Flexibilité de la technologie	Il est assez facile d'adapter la technologie pour : <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Fluctuation régulières (quantité)</li> <li>▪ Changement de réglementations</li> </ul> Il est difficile, mais possible d'adapter la technologie afin d'accepter une variation de ce type pour : <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Augmentation ou diminution significative avec le temps (quantité)</li> <li>▪ Fluctuations régulières (qualité)</li> <li>▪ Diminution significative de la qualité avec le temps</li> <li>▪ Nouvelles matières ou matières retirées</li> </ul>
Faisabilité technique	Niveau de mécanisation élevé des opérations Main-d'œuvre spécialisée requise Plus complexe à opérer et à entretenir que le compostage en système ouvert et fermé Mise en place : Requiert 2 à 3 ans.
Qualité des produits obtenus	Compost : Excellente qualité, niveau élevé de confiance à l'égard du marché

\* F : faible; M : moyen; E : élevé.

**Tableau D.9 : Digestion anaérobie (#9-DA)**

Critères	Donnée																																
<b>Digestion anaérobie (procédé humide) avec post-compostage sur place d'une quantité double de digestat (installation sur l'île de Montréal)</b>																																	
<b>Collecte des résidus alimentaires séparés, avec sacs de plastique.</b>																																	
<b>SOURCE : Questionnaire, « #9-DA_50kt RA.xls » répondu par Solinov le 26 juin 2007.</b>																																	
<b>Social</b>																																	
<b>Acceptabilité/ Incidences sociales</b>																																	
Facilité d'application	Non applicable. Évalué pour la collecte.																																
Acceptabilité	Voisins du site : Note = 2/5 Population en général : Note = 2/5																																
Potentiel d'implication citoyenne et incidences sociales	Implication : <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Implication des ressources locales existantes;</li> <li>▪ Implication citoyenne par la formation possible d'un comité de vigilance;</li> <li>▪ Responsabilisation relativement au volume de matières résiduelles produites : séparation à la source des matières organiques (en lien avec la collecte); diminution de la fréquence de collecte des résidus ultimes;</li> <li>▪ Autres : retombées positives suite à l'épandage du compost pour l'embellissement des aires.</li> </ul>																																
	12 emplois créés : <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Opération, entretien et maintenance (10)</li> <li>▪ Administration et gestion (2)</li> </ul>																																
<b>SST/ Risques technologiques</b>																																	
SST	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td>Sources</td> <td>Risque potentiel</td> </tr> <tr> <td>A- Utilisation de machines, d'appareils, d'outils, de robots, etc.</td> <td>F</td> </tr> <tr> <td>B- Utilisation / manipulation de produits dangereux tels que solvants, pesticides, désinfectants, etc.</td> <td>nul</td> </tr> <tr> <td>C- Manipulation de matières présentant un risque de contamination biologique.</td> <td>M</td> </tr> <tr> <td>D- Manipulation de matières présentant un risque de blessure (coupure, etc.)</td> <td>F</td> </tr> <tr> <td>E- Transport et la manutention de charges de toutes sortes.</td> <td>F</td> </tr> <tr> <td>F- Postures de travail ou aménagement physique des lieux présentant un risque ergonomique.</td> <td>F</td> </tr> <tr> <td>G- Empilage et entreposage de matériel de toutes sortes.</td> <td>F</td> </tr> <tr> <td>H- Émission de poussières, de gaz et de vapeurs occasionnés par divers procédés.</td> <td>F</td> </tr> <tr> <td>I- Qualité de l'air.</td> <td>F</td> </tr> <tr> <td>J- Niveau de bruit, période d'exposition, etc.</td> <td>M</td> </tr> <tr> <td>K- Températures basses ou élevées, période d'exposition, etc.</td> <td>Nul</td> </tr> <tr> <td>L- Absence de mesure d'urgence.</td> <td>Nul</td> </tr> <tr> <td>M- Organisation du travail (horaires, rythme, répétitivité, etc.)</td> <td>F</td> </tr> <tr> <td>N- Contacts avec des personnes potentiellement agressives</td> <td>Nul</td> </tr> <tr> <td>O- Autres (spécifier) :</td> <td></td> </tr> </table>	Sources	Risque potentiel	A- Utilisation de machines, d'appareils, d'outils, de robots, etc.	F	B- Utilisation / manipulation de produits dangereux tels que solvants, pesticides, désinfectants, etc.	nul	C- Manipulation de matières présentant un risque de contamination biologique.	M	D- Manipulation de matières présentant un risque de blessure (coupure, etc.)	F	E- Transport et la manutention de charges de toutes sortes.	F	F- Postures de travail ou aménagement physique des lieux présentant un risque ergonomique.	F	G- Empilage et entreposage de matériel de toutes sortes.	F	H- Émission de poussières, de gaz et de vapeurs occasionnés par divers procédés.	F	I- Qualité de l'air.	F	J- Niveau de bruit, période d'exposition, etc.	M	K- Températures basses ou élevées, période d'exposition, etc.	Nul	L- Absence de mesure d'urgence.	Nul	M- Organisation du travail (horaires, rythme, répétitivité, etc.)	F	N- Contacts avec des personnes potentiellement agressives	Nul	O- Autres (spécifier) :	
Sources	Risque potentiel																																
A- Utilisation de machines, d'appareils, d'outils, de robots, etc.	F																																
B- Utilisation / manipulation de produits dangereux tels que solvants, pesticides, désinfectants, etc.	nul																																
C- Manipulation de matières présentant un risque de contamination biologique.	M																																
D- Manipulation de matières présentant un risque de blessure (coupure, etc.)	F																																
E- Transport et la manutention de charges de toutes sortes.	F																																
F- Postures de travail ou aménagement physique des lieux présentant un risque ergonomique.	F																																
G- Empilage et entreposage de matériel de toutes sortes.	F																																
H- Émission de poussières, de gaz et de vapeurs occasionnés par divers procédés.	F																																
I- Qualité de l'air.	F																																
J- Niveau de bruit, période d'exposition, etc.	M																																
K- Températures basses ou élevées, période d'exposition, etc.	Nul																																
L- Absence de mesure d'urgence.	Nul																																
M- Organisation du travail (horaires, rythme, répétitivité, etc.)	F																																
N- Contacts avec des personnes potentiellement agressives	Nul																																
O- Autres (spécifier) :																																	
Risques technologiques	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td>Type de risques</td> <td>Probabilité d'occurrence</td> <td>Gravité</td> </tr> <tr> <td>A- Incendie / explosion</td> <td>M</td> <td>É</td> </tr> <tr> <td>B- Déversement de liquide(s) toxique(s)</td> <td>Nulle</td> <td></td> </tr> <tr> <td>C- Émanation de vapeurs toxiques</td> <td>Nulle</td> <td></td> </tr> <tr> <td>D- Accident impliquant des véhicules</td> <td>M</td> <td>F</td> </tr> <tr> <td>E- Transport de matières dangereuses</td> <td>Nulle</td> <td></td> </tr> <tr> <td>F- Autres (spécifier) :</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Type de risques	Probabilité d'occurrence	Gravité	A- Incendie / explosion	M	É	B- Déversement de liquide(s) toxique(s)	Nulle		C- Émanation de vapeurs toxiques	Nulle		D- Accident impliquant des véhicules	M	F	E- Transport de matières dangereuses	Nulle		F- Autres (spécifier) :													
Type de risques	Probabilité d'occurrence	Gravité																															
A- Incendie / explosion	M	É																															
B- Déversement de liquide(s) toxique(s)	Nulle																																
C- Émanation de vapeurs toxiques	Nulle																																
D- Accident impliquant des véhicules	M	F																															
E- Transport de matières dangereuses	Nulle																																
F- Autres (spécifier) :																																	
<b>Nuisances</b>																																	
Auditives	Moyen-faible; Note : 3/5																																

Critères	Donnée
Visuelles	Moyen-élevé; Note : 2/5
Olfactives et qualité de l'air	Moyen-faible; Note : 3/5
Salubrité et sécurité pour les citoyens	Moyen-faible; Note : 3/5
Encombrement routier	Moyen-élevé; Note : 2/5
<b>Technico-économique</b>	
<b>Bilan économique</b>	
Coûts totaux	Investissement nécessaire pour la mise en œuvre : 39 M\$ ou 740 \$/tonne Coût d'opération et d'entretien : 138 \$/tonne
Revenus d'exploitation	Vente de biogaz (0,10 à 0,15\$/m <sup>3</sup> biogaz) : revenu moyen en croissance Vente de compost (0 à 10 \$/tonne) : revenu faible en croissance Crédit d'émission de carbone (marché non développé)
<b>Aspects techniques</b>	
Flexibilité de la technologie	Il est assez facile d'adapter la technologie pour : <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Fluctuation régulières (quantité)</li> <li>▪ Changement de réglementations</li> </ul> Il est difficile, mais possible d'adapter la technologie afin d'accepter une variation de ce type pour : <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Augmentation ou diminution significative avec le temps (quantité)</li> <li>▪ Fluctuations régulières (qualité)</li> <li>▪ Diminution significative de la qualité avec le temps</li> <li>▪ Nouvelles matières ou matières retirées</li> </ul>
Faisabilité technique	Niveau de mécanisation élevé des opérations Main-d'œuvre spécialisée requise Plus complexe à opérer et à entretenir que le compostage en système ouvert et fermé Mise en place : Requier 2 à 3 ans.
Qualité des produits obtenus	Compost : Excellente qualité, niveau élevé de confiance à l'égard du marché

\* F : faible; M : moyen; E : élevé.

**Tableau D.10 : Digestion anaérobie (#10-DA)**

Critères	Donnée																																
<b>Digestion anaérobie (procédé liquide) avec post-compostage sur place (installation sur l'île de Montréal)</b>																																	
<b>Collecte des résidus alimentaires séparés, avec sacs de plastique.</b>																																	
<b>SOURCE : Questionnaire, « #10-DA_85kt RA.xls » répondu par Solinov le 1<sup>er</sup> juin 2007.</b>																																	
<b>Social</b>																																	
<b>Acceptabilité/ Incidences sociales</b>																																	
Facilité d'application	Non applicable. Évalué pour la collecte.																																
Acceptabilité	Voisins du site : Note = 2/5 Population en général : Note = 2/5																																
Potentiel d'implication citoyenne et incidences sociales	Implication : <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Implication des ressources locales existantes;</li> <li>▪ Implication citoyenne par la formation possible d'un comité de vigilance;</li> <li>▪ Responsabilisation relativement au volume de matières résiduelles produites : séparation à la source des matières organiques (en lien avec la collecte); diminution de la fréquence de collecte des résidus ultimes;</li> <li>▪ Autres : retombées positives suite à l'épandage du compost pour l'embellissement des aires.</li> </ul>																																
	12 emplois créés : <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Opération, entretien et maintenance (10)</li> <li>▪ Administration et gestion (2)</li> </ul>																																
<b>SST/ Risques technologiques</b>																																	
SST	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td>Sources</td> <td style="text-align: right;">Risque potentiel</td> </tr> <tr> <td>A- Utilisation de machines, d'appareils, d'outils, de robots, etc.</td> <td style="text-align: right;">F</td> </tr> <tr> <td>B- Utilisation / manipulation de produits dangereux tels que solvants, pesticides, désinfectants, etc.</td> <td style="text-align: right;">nul</td> </tr> <tr> <td>C- Manipulation de matières présentant un risque de contamination biologique.</td> <td style="text-align: right;">M</td> </tr> <tr> <td>D- Manipulation de matières présentant un risque de blessure (coupure, etc.)</td> <td style="text-align: right;">F</td> </tr> <tr> <td>E- Transport et la manutention de charges de toutes sortes.</td> <td style="text-align: right;">F</td> </tr> <tr> <td>F- Postures de travail ou aménagement physique des lieux présentant un risque ergonomique.</td> <td style="text-align: right;">F</td> </tr> <tr> <td>G- Empilage et entreposage de matériel de toutes sortes.</td> <td style="text-align: right;">F</td> </tr> <tr> <td>H- Émission de poussières, de gaz et de vapeurs occasionnés par divers procédés.</td> <td style="text-align: right;">F</td> </tr> <tr> <td>I- Qualité de l'air.</td> <td style="text-align: right;">F</td> </tr> <tr> <td>J- Niveau de bruit, période d'exposition, etc.</td> <td style="text-align: right;">M</td> </tr> <tr> <td>K- Températures basses ou élevées, période d'exposition, etc.</td> <td style="text-align: right;">Nul</td> </tr> <tr> <td>L- Absence de mesure d'urgence.</td> <td style="text-align: right;">Nul</td> </tr> <tr> <td>M- Organisation du travail (horaires, rythme, répétitivité, etc.)</td> <td style="text-align: right;">F</td> </tr> <tr> <td>N- Contacts avec des personnes potentiellement agressives</td> <td style="text-align: right;">Nul</td> </tr> <tr> <td>O- Autres (spécifier) :</td> <td></td> </tr> </table>	Sources	Risque potentiel	A- Utilisation de machines, d'appareils, d'outils, de robots, etc.	F	B- Utilisation / manipulation de produits dangereux tels que solvants, pesticides, désinfectants, etc.	nul	C- Manipulation de matières présentant un risque de contamination biologique.	M	D- Manipulation de matières présentant un risque de blessure (coupure, etc.)	F	E- Transport et la manutention de charges de toutes sortes.	F	F- Postures de travail ou aménagement physique des lieux présentant un risque ergonomique.	F	G- Empilage et entreposage de matériel de toutes sortes.	F	H- Émission de poussières, de gaz et de vapeurs occasionnés par divers procédés.	F	I- Qualité de l'air.	F	J- Niveau de bruit, période d'exposition, etc.	M	K- Températures basses ou élevées, période d'exposition, etc.	Nul	L- Absence de mesure d'urgence.	Nul	M- Organisation du travail (horaires, rythme, répétitivité, etc.)	F	N- Contacts avec des personnes potentiellement agressives	Nul	O- Autres (spécifier) :	
Sources	Risque potentiel																																
A- Utilisation de machines, d'appareils, d'outils, de robots, etc.	F																																
B- Utilisation / manipulation de produits dangereux tels que solvants, pesticides, désinfectants, etc.	nul																																
C- Manipulation de matières présentant un risque de contamination biologique.	M																																
D- Manipulation de matières présentant un risque de blessure (coupure, etc.)	F																																
E- Transport et la manutention de charges de toutes sortes.	F																																
F- Postures de travail ou aménagement physique des lieux présentant un risque ergonomique.	F																																
G- Empilage et entreposage de matériel de toutes sortes.	F																																
H- Émission de poussières, de gaz et de vapeurs occasionnés par divers procédés.	F																																
I- Qualité de l'air.	F																																
J- Niveau de bruit, période d'exposition, etc.	M																																
K- Températures basses ou élevées, période d'exposition, etc.	Nul																																
L- Absence de mesure d'urgence.	Nul																																
M- Organisation du travail (horaires, rythme, répétitivité, etc.)	F																																
N- Contacts avec des personnes potentiellement agressives	Nul																																
O- Autres (spécifier) :																																	
Risques technologiques	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td>Type de risques</td> <td>Probabilité d'occurrence</td> <td>Gravité</td> </tr> <tr> <td>A- Incendie / explosion</td> <td style="text-align: center;">M</td> <td style="text-align: center;">É</td> </tr> <tr> <td>B- Déversement de liquide(s) toxique(s)</td> <td style="text-align: center;">Nulle</td> <td></td> </tr> <tr> <td>C- Émanation de vapeurs toxiques</td> <td style="text-align: center;">Nulle</td> <td></td> </tr> <tr> <td>D- Accident impliquant des véhicules</td> <td style="text-align: center;">M</td> <td style="text-align: center;">F</td> </tr> <tr> <td>E- Transport de matières dangereuses</td> <td style="text-align: center;">Nulle</td> <td></td> </tr> <tr> <td>F- Autres (spécifier) :</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Type de risques	Probabilité d'occurrence	Gravité	A- Incendie / explosion	M	É	B- Déversement de liquide(s) toxique(s)	Nulle		C- Émanation de vapeurs toxiques	Nulle		D- Accident impliquant des véhicules	M	F	E- Transport de matières dangereuses	Nulle		F- Autres (spécifier) :													
Type de risques	Probabilité d'occurrence	Gravité																															
A- Incendie / explosion	M	É																															
B- Déversement de liquide(s) toxique(s)	Nulle																																
C- Émanation de vapeurs toxiques	Nulle																																
D- Accident impliquant des véhicules	M	F																															
E- Transport de matières dangereuses	Nulle																																
F- Autres (spécifier) :																																	
<b>Nuisances</b>																																	
Auditives	Moyen-faible; Note : 3/5																																
Visuelles	Moyen-élevé; Note : 2/5																																

Critères	Donnée
Olfactives et qualité de l'air	Moyen-faible; Note : 3/5
Salubrité et sécurité pour les citoyens	Moyen-faible; Note : 3/5
Encombrement routier	Moyen-élevé; Note : 2/5
<b>Technico-économique</b>	
<b>Bilan économique</b>	
Coûts totaux	Investissement nécessaire pour la mise en œuvre : 51 M\$ ou 600 \$/tonne Coût d'opération et d'entretien : 102 \$/tonne
Revenus d'exploitation	Vente de biogaz (0,10 à 0,15\$/m <sup>3</sup> biogaz) : revenu moyen en croissance Vente de compost (0 à 10 \$/tonne) : revenu faible en croissance Crédit d'émission de carbone (marché non développé)
<b>Aspects techniques</b>	
Flexibilité de la technologie	Il est assez facile d'adapter la technologie pour : <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Fluctuation régulières (quantité)</li> <li>▪ Changement de réglementations</li> </ul> Il est difficile, mais possible d'adapter la technologie afin d'accepter une variation de ce type pour : <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Augmentation ou diminution significative avec le temps (quantité)</li> <li>▪ Fluctuations régulières (qualité)</li> <li>▪ Diminution significative de la qualité avec le temps</li> <li>▪ Nouvelles matières ou matières retirées</li> </ul>
Faisabilité technique	Niveau de mécanisation élevé des opérations Main-d'œuvre spécialisée requise Plus complexe à opérer et à entretenir que le compostage en système ouvert et fermé Mise en place : Requiert 2 à 3 ans.
Qualité des produits obtenus	Compost : Excellente qualité, niveau élevé de confiance à l'égard du marché

\* F : faible; M : moyen; E : élevé.

**Tableau D.11 : Installation mixte (#1+7)**

Critères	Donnée
<b>Installation mixte comprenant du compostage en andains sur aire ouverte et une usine de digestion anaérobie (procédé liquide) avec post-compostage sur place (installation sur l'île de Montréal)</b>	
<b>SOURCE : Questionnaire, « #1+7-CO_30kt RV+DA_50kt RA.xls » répondu par Solinov le 26 juin 2007.</b>	
<b>Social</b>	
Voir données pour les installations #1 et #7 respectivement.	
<b>Technico-économique</b>	
<b>Bilan économique</b>	
Coûts totaux	Investissement nécessaire pour la mise en œuvre : 40 M\$ ou 500 \$/tonne Coût d'opération et d'entretien : 92 \$/tonne
Revenus d'exploitation	Vente de biogaz (0,10 à 0,15\$/m <sup>3</sup> biogaz) : revenu moyen en croissance Vente de compost (0 à 10 \$/tonne) : revenu faible en croissance Crédit d'émission de carbone (marché non développé)
<b>Aspects techniques</b>	
Voir données pour les installations #1 et #7 respectivement.	

**Tableau D.12 : Installation mixte (#1+10)**

Critères	Donnée
<b>Installation mixte comprenant du compostage en andains sur aire ouverte et une usine de digestion anaérobie (procédé liquide) avec post-compostage sur place (installation sur l'île de Montréal)</b>	
<b>SOURCE : Questionnaire, « #1+10-CO_30kt RV+DA_85kt RA.xls » répondu par Solinov le 26 juin 2007.</b>	
<b>Social</b>	
Voir données pour les installations #1 et #10 respectivement.	
<b>Technico-économique</b>	
<b>Bilan économique</b>	
Coûts totaux	Investissement nécessaire pour la mise en œuvre : 56,4 M\$ ou 490 \$/tonne Coût d'opération et d'entretien : 87 \$/tonne
Revenus d'exploitation	Vente de biogaz (0,10 à 0,15\$/m <sup>3</sup> biogaz) : revenu moyen en croissance Vente de compost (0 à 10 \$/tonne) : revenu faible en croissance Crédit d'émission de carbone (marché non développé)
<b>Aspects techniques</b>	
Voir données pour les installations #1 et #10 respectivement.	

**Tableau D.11 : Tri-compostage**

Critères	Donnée																																
<b>Tri-compostage des résidus mixtes (RU+RA) issus des habitations de 9 logements et plus.</b>																																	
<b>SOURCE : Questionnaire, « CIRAIG_Questionnaire_Tri-compostage.xls » répondu par Solinov le 15 mai 2007 et le rapport SNC-Lavalin et Solinov (2007).</b>																																	
<b>Social</b>																																	
<b>Acceptabilité/ Incidences sociales</b>																																	
Facilité d'application	Non applicable. Évalué pour la collecte.																																
Acceptabilité	Voisins du site : Rang = 3/6 Population en général : Rang = 4/6																																
Potentiel d'implication citoyenne et incidences sociales	Implication : <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Implication des ressources locales existantes;</li> <li>▪ Implication citoyenne par la formation possible d'un comité de vigilance.</li> </ul>																																
	20 emplois créés : <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Opération, entretien et maintenance (16)</li> <li>▪ Administration et gestion (4)</li> </ul>																																
<b>SST/ Risques technologiques</b>																																	
SST	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">Sources</th> <th style="text-align: right;">Risque potentiel</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>A- Utilisation de machines, d'appareils, d'outils, de robots, etc.</td><td style="text-align: right;">F</td></tr> <tr><td>B- Utilisation / manipulation de produits dangereux tels que solvants, pesticides, désinfectants, etc.</td><td style="text-align: right;">F</td></tr> <tr><td>C- Manipulation de matières présentant un risque de contamination biologique.</td><td style="text-align: right;">M</td></tr> <tr><td>D- Manipulation de matières présentant un risque de blessure (coupure, etc.)</td><td style="text-align: right;">M</td></tr> <tr><td>E- Transport et la manutention de charges de toutes sortes.</td><td style="text-align: right;">F</td></tr> <tr><td>F- Postures de travail ou aménagement physique des lieux présentant un risque ergonomique.</td><td style="text-align: right;">M</td></tr> <tr><td>G- Empilage et entreposage de matériel de toutes sortes.</td><td style="text-align: right;">F</td></tr> <tr><td>H- Émission de poussières, de gaz et de vapeurs occasionnés par divers procédés.</td><td style="text-align: right;">M</td></tr> <tr><td>I- Qualité de l'air.</td><td style="text-align: right;">F</td></tr> <tr><td>J- Niveau de bruit, période d'exposition, etc.</td><td style="text-align: right;">M</td></tr> <tr><td>K- Températures basses ou élevées, période d'exposition, etc.</td><td style="text-align: right;">Nul</td></tr> <tr><td>L- Absence de mesure d'urgence.</td><td style="text-align: right;">Nul</td></tr> <tr><td>M- Organisation du travail (horaires, rythme, répétitivité, etc.)</td><td style="text-align: right;">F</td></tr> <tr><td>N- Contacts avec des personnes potentiellement agressives</td><td style="text-align: right;">Nul</td></tr> <tr><td>O- Autres (spécifier) :</td><td></td></tr> </tbody> </table>	Sources	Risque potentiel	A- Utilisation de machines, d'appareils, d'outils, de robots, etc.	F	B- Utilisation / manipulation de produits dangereux tels que solvants, pesticides, désinfectants, etc.	F	C- Manipulation de matières présentant un risque de contamination biologique.	M	D- Manipulation de matières présentant un risque de blessure (coupure, etc.)	M	E- Transport et la manutention de charges de toutes sortes.	F	F- Postures de travail ou aménagement physique des lieux présentant un risque ergonomique.	M	G- Empilage et entreposage de matériel de toutes sortes.	F	H- Émission de poussières, de gaz et de vapeurs occasionnés par divers procédés.	M	I- Qualité de l'air.	F	J- Niveau de bruit, période d'exposition, etc.	M	K- Températures basses ou élevées, période d'exposition, etc.	Nul	L- Absence de mesure d'urgence.	Nul	M- Organisation du travail (horaires, rythme, répétitivité, etc.)	F	N- Contacts avec des personnes potentiellement agressives	Nul	O- Autres (spécifier) :	
Sources	Risque potentiel																																
A- Utilisation de machines, d'appareils, d'outils, de robots, etc.	F																																
B- Utilisation / manipulation de produits dangereux tels que solvants, pesticides, désinfectants, etc.	F																																
C- Manipulation de matières présentant un risque de contamination biologique.	M																																
D- Manipulation de matières présentant un risque de blessure (coupure, etc.)	M																																
E- Transport et la manutention de charges de toutes sortes.	F																																
F- Postures de travail ou aménagement physique des lieux présentant un risque ergonomique.	M																																
G- Empilage et entreposage de matériel de toutes sortes.	F																																
H- Émission de poussières, de gaz et de vapeurs occasionnés par divers procédés.	M																																
I- Qualité de l'air.	F																																
J- Niveau de bruit, période d'exposition, etc.	M																																
K- Températures basses ou élevées, période d'exposition, etc.	Nul																																
L- Absence de mesure d'urgence.	Nul																																
M- Organisation du travail (horaires, rythme, répétitivité, etc.)	F																																
N- Contacts avec des personnes potentiellement agressives	Nul																																
O- Autres (spécifier) :																																	
Risques technologiques	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">Type de risques</th> <th style="text-align: right;">Probabilité d'occurrence</th> <th style="text-align: right;">Gravité</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>A- Incendie / explosion</td><td style="text-align: right;">F</td><td style="text-align: right;">M</td></tr> <tr><td>B- Déversement de liquide(s) toxique(s)</td><td style="text-align: right;">F</td><td style="text-align: right;">F</td></tr> <tr><td>C- Émanation de vapeurs toxiques</td><td style="text-align: right;">F</td><td style="text-align: right;">F</td></tr> <tr><td>D- Accident impliquant des véhicules</td><td style="text-align: right;">M</td><td style="text-align: right;">F</td></tr> <tr><td>E- Transport de matières dangereuses</td><td style="text-align: right;">F</td><td style="text-align: right;">F</td></tr> <tr><td>F- Autres (spécifier) :</td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>	Type de risques	Probabilité d'occurrence	Gravité	A- Incendie / explosion	F	M	B- Déversement de liquide(s) toxique(s)	F	F	C- Émanation de vapeurs toxiques	F	F	D- Accident impliquant des véhicules	M	F	E- Transport de matières dangereuses	F	F	F- Autres (spécifier) :													
Type de risques	Probabilité d'occurrence	Gravité																															
A- Incendie / explosion	F	M																															
B- Déversement de liquide(s) toxique(s)	F	F																															
C- Émanation de vapeurs toxiques	F	F																															
D- Accident impliquant des véhicules	M	F																															
E- Transport de matières dangereuses	F	F																															
F- Autres (spécifier) :																																	
<b>Nuisances</b>																																	
Auditives	Moyen; Rang : 3/6																																
Visuelles	Faible; Rang : 2/6																																
Olfactives et qualité de l'air	Moyen; Rang : 3/6																																
Salubrité et sécurité pour les citoyens	Faible; Rang : 2/6																																
Encombrement routier	Moyen; Rang : 3/6																																

Critères	Donnée
<b>Technico-économique</b>	
<b>Bilan économique</b>	
Coûts totaux	Investissement nécessaire pour la mise en œuvre : 84,5 M\$ ou 675\$/tonne Coût d'opération et d'entretien : 120\$/tonne
Revenus d'exploitation	Vente de compost (0 \$/tonne) : revenu faible en croissance Crédit d'émission de carbone (marché non développé)
<b>Aspects techniques</b>	
Flexibilité de la technologie	Il est assez facile d'adapter la technologie pour tous les types de variation sauf les changements de réglementations modifiant les attentes sur les produits sortants, rejets ou émissions
Faisabilité technique	La technologie nécessite un niveau élevé de mécanisation des opérations. Moyennement complexe à entretenir et à opérer. Mise en place : Requiert 2 à 3 ans.
Qualité des produits obtenus	Compost : Qualité : faible à bonne; niveau de confiance à l'égard du marché; faible à moyen

\* F : faible; M : moyen; E : élevé.

Tableau D.12 : Gazéification

Critères	Donnée																																
<b>Gazéification des résidus ultimes</b>																																	
<b>SOURCE : Questionnaire, « CIRAIG_Questionnaire_Gazéification.xls » répondu par SNC-Lavalin le 4 mai 2007 et le rapport SNC-Lavalin et Solinov (2007)</b>																																	
<b>Social</b>																																	
<b>Acceptabilité/ Incidences sociales</b>																																	
Facilité d'application	Non applicable. Évalué pour la collecte.																																
Acceptabilité	Voisins du site : Rang = 4/6 Population en général : Rang = 4/6																																
Potentiel d'implication citoyenne et incidences sociales	Implication citoyenne par la formation possible d'un comité de vigilance.																																
	40 emplois créés : <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Opération, entretien et maintenance (30)</li> <li>▪ Administration et gestion (10)</li> </ul>																																
<b>SST/ Risques technologiques</b>																																	
SST	<table border="0"> <thead> <tr> <th>Sources</th> <th>Risque potentiel</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A- Utilisation de machines, d'appareils, d'outils, de robots, etc.</td> <td>É</td> </tr> <tr> <td>B- Utilisation / manipulation de produits dangereux tels que solvants, pesticides, désinfectants, etc.</td> <td>M</td> </tr> <tr> <td>C- Manipulation de matières présentant un risque de contamination biologique.</td> <td>F</td> </tr> <tr> <td>D- Manipulation de matières présentant un risque de blessure (coupure, etc.)</td> <td>F</td> </tr> <tr> <td>E- Transport et la manutention de charges de toutes sortes.</td> <td>F</td> </tr> <tr> <td>F- Postures de travail ou aménagement physique des lieux présentant un risque ergonomique.</td> <td>F</td> </tr> <tr> <td>G- Empilage et entreposage de matériel de toutes sortes.</td> <td>F</td> </tr> <tr> <td>H- Émission de poussières, de gaz et de vapeurs occasionnés par divers procédés.</td> <td>F</td> </tr> <tr> <td>I- Qualité de l'air.</td> <td>F</td> </tr> <tr> <td>J- Niveau de bruit, période d'exposition, etc.</td> <td>M</td> </tr> <tr> <td>K- Températures basses ou élevées, période d'exposition, etc.</td> <td>M</td> </tr> <tr> <td>L- Absence de mesure d'urgence.</td> <td>Nul</td> </tr> <tr> <td>M- Organisation du travail (horaires, rythme, répétitivité, etc.)</td> <td>F</td> </tr> <tr> <td>N- Contacts avec des personnes potentiellement agressives</td> <td>Nul</td> </tr> <tr> <td>O- Autres (spécifier) :</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Sources	Risque potentiel	A- Utilisation de machines, d'appareils, d'outils, de robots, etc.	É	B- Utilisation / manipulation de produits dangereux tels que solvants, pesticides, désinfectants, etc.	M	C- Manipulation de matières présentant un risque de contamination biologique.	F	D- Manipulation de matières présentant un risque de blessure (coupure, etc.)	F	E- Transport et la manutention de charges de toutes sortes.	F	F- Postures de travail ou aménagement physique des lieux présentant un risque ergonomique.	F	G- Empilage et entreposage de matériel de toutes sortes.	F	H- Émission de poussières, de gaz et de vapeurs occasionnés par divers procédés.	F	I- Qualité de l'air.	F	J- Niveau de bruit, période d'exposition, etc.	M	K- Températures basses ou élevées, période d'exposition, etc.	M	L- Absence de mesure d'urgence.	Nul	M- Organisation du travail (horaires, rythme, répétitivité, etc.)	F	N- Contacts avec des personnes potentiellement agressives	Nul	O- Autres (spécifier) :	
Sources	Risque potentiel																																
A- Utilisation de machines, d'appareils, d'outils, de robots, etc.	É																																
B- Utilisation / manipulation de produits dangereux tels que solvants, pesticides, désinfectants, etc.	M																																
C- Manipulation de matières présentant un risque de contamination biologique.	F																																
D- Manipulation de matières présentant un risque de blessure (coupure, etc.)	F																																
E- Transport et la manutention de charges de toutes sortes.	F																																
F- Postures de travail ou aménagement physique des lieux présentant un risque ergonomique.	F																																
G- Empilage et entreposage de matériel de toutes sortes.	F																																
H- Émission de poussières, de gaz et de vapeurs occasionnés par divers procédés.	F																																
I- Qualité de l'air.	F																																
J- Niveau de bruit, période d'exposition, etc.	M																																
K- Températures basses ou élevées, période d'exposition, etc.	M																																
L- Absence de mesure d'urgence.	Nul																																
M- Organisation du travail (horaires, rythme, répétitivité, etc.)	F																																
N- Contacts avec des personnes potentiellement agressives	Nul																																
O- Autres (spécifier) :																																	
Risques technologiques	<table border="0"> <thead> <tr> <th>Type de risques</th> <th>Probabilité d'occurrence</th> <th>Gravité</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A- Incendie / explosion</td> <td>M</td> <td>E</td> </tr> <tr> <td>B- Déversement de liquide(s) toxique(s)</td> <td>F</td> <td>F</td> </tr> <tr> <td>C- Émanation de vapeurs toxiques</td> <td>F</td> <td>F</td> </tr> <tr> <td>D- Accident impliquant des véhicules</td> <td>M</td> <td>F</td> </tr> <tr> <td>E- Transport de matières dangereuses</td> <td>M</td> <td>F</td> </tr> <tr> <td>F- Autres (spécifier) :</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Type de risques	Probabilité d'occurrence	Gravité	A- Incendie / explosion	M	E	B- Déversement de liquide(s) toxique(s)	F	F	C- Émanation de vapeurs toxiques	F	F	D- Accident impliquant des véhicules	M	F	E- Transport de matières dangereuses	M	F	F- Autres (spécifier) :													
Type de risques	Probabilité d'occurrence	Gravité																															
A- Incendie / explosion	M	E																															
B- Déversement de liquide(s) toxique(s)	F	F																															
C- Émanation de vapeurs toxiques	F	F																															
D- Accident impliquant des véhicules	M	F																															
E- Transport de matières dangereuses	M	F																															
F- Autres (spécifier) :																																	
<b>Nuisances</b>																																	
Auditives	Moyen; Rang : 3/6																																
Visuelles	Moyen; Rang : 4/6																																
Olfactives et qualité de l'air	Moyen; Rang : 3/6																																
Salubrité et sécurité pour les citoyens	Faible; Rang : 2/6																																
Encombrement routier	Moyen; Rang : 3/6																																

Critères	Donnée
<b>Technico-économique</b>	
<b>Bilan économique</b>	
Coûts totaux	Investissement nécessaire pour la mise en œuvre : 150 M\$ Coût d'opération et d'entretien : 21,570 M\$/an Prix de revient : 145 \$/tonne + prétraitement mécano-biologique à 25\$/t
Revenus d'exploitation	Compris dans prix de revient
<b>Aspects techniques</b>	
Flexibilité de la technologie	<p>Il est assez facile d'adapter la technologie pour :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Fluctuations régulières (qualité)</li> <li>▪ Nouvelles matières ou matières retirées</li> </ul> <p>Il est difficile, mais possible d'adapter la technologie afin d'accepter une variation de ce type pour :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Augmentation ou diminution significative avec le temps (quantité)</li> <li>▪ Diminution significative de la qualité avec le temps</li> <li>▪ Changement dans la réglementation</li> </ul> <p>Une variation de ce type ne changerait rien au déroulement de la technologie :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Fluctuations régulières (quantité)</li> </ul>
Faisabilité technique	<p>La technologie nécessite des infrastructures complexes à mettre en place, un niveau élevé de mécanisation des opérations, présente des opérations complexes.</p> <p>Complexe à entretenir et à contrôler.</p> <p>Très long (plus de 5 ans).</p>
Qualité des produits obtenus	<p>Syngaz : Qualité excellente; niveau de confiance élevé</p> <p>Sels : Qualité excellente; niveau de confiance élevé</p> <p>Zinc : Qualité excellente; niveau de confiance élevé</p>

**Tableau D.13 : Incinération à lit fluidisé**

Critères	Donnée																																
<b>Incinération des résidus ultimes sur lit fluidisé.</b>																																	
<b>SOURCE : Données d'un incinérateur à grille : « CIRAIG_Questionnaire_incinération.xls » répondu par SNC-Lavalin le 17 mai 2007 et le rapport SNC-Lavalin et Solinov (2007). Spécification pour le bilan économique : Ville de Montréal (J.P. Panet)</b>																																	
<b>Social</b>																																	
<b>Acceptabilité/ Incidences sociales</b>																																	
Facilité d'application	Non applicable. Évalué pour la collecte.																																
Acceptabilité	Voisins du site : Rang = 5/6 Population en général : Rang = 6/6																																
Potentiel d'implication citoyenne et incidences sociales	Implication citoyenne par la formation possible d'un comité de vigilance.																																
	40 emplois créés : <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Opération, entretien et maintenance (30)</li> <li>▪ Administration et gestion (10)</li> </ul>																																
<b>SST/ Risques technologiques</b>																																	
SST	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 70%;">Sources</th> <th style="width: 30%;">Risque potentiel</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A- Utilisation de machines, d'appareils, d'outils, de robots, etc.</td> <td>É</td> </tr> <tr> <td>B- Utilisation / manipulation de produits dangereux tels que solvants, pesticides, désinfectants, etc.</td> <td>M</td> </tr> <tr> <td>C- Manipulation de matières présentant un risque de contamination biologique.</td> <td>F</td> </tr> <tr> <td>D- Manipulation de matières présentant un risque de blessure (coupure, etc.)</td> <td>F</td> </tr> <tr> <td>E- Transport et la manutention de charges de toutes sortes.</td> <td>F</td> </tr> <tr> <td>F- Postures de travail ou aménagement physique des lieux présentant un risque ergonomique.</td> <td>F</td> </tr> <tr> <td>G- Empilage et entreposage de matériel de toutes sortes.</td> <td>F</td> </tr> <tr> <td>H- Émission de poussières, de gaz et de vapeurs occasionnés par divers procédés.</td> <td>F</td> </tr> <tr> <td>I- Qualité de l'air.</td> <td>F</td> </tr> <tr> <td>J- Niveau de bruit, période d'exposition, etc.</td> <td>M</td> </tr> <tr> <td>K- Températures basses ou élevées, période d'exposition, etc.</td> <td>M</td> </tr> <tr> <td>L- Absence de mesure d'urgence.</td> <td>Nul</td> </tr> <tr> <td>M- Organisation du travail (horaires, rythme, répétitivité, etc.)</td> <td>F</td> </tr> <tr> <td>N- Contacts avec des personnes potentiellement agressives</td> <td>Nul</td> </tr> <tr> <td>O- Autres (spécifier) :</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Sources	Risque potentiel	A- Utilisation de machines, d'appareils, d'outils, de robots, etc.	É	B- Utilisation / manipulation de produits dangereux tels que solvants, pesticides, désinfectants, etc.	M	C- Manipulation de matières présentant un risque de contamination biologique.	F	D- Manipulation de matières présentant un risque de blessure (coupure, etc.)	F	E- Transport et la manutention de charges de toutes sortes.	F	F- Postures de travail ou aménagement physique des lieux présentant un risque ergonomique.	F	G- Empilage et entreposage de matériel de toutes sortes.	F	H- Émission de poussières, de gaz et de vapeurs occasionnés par divers procédés.	F	I- Qualité de l'air.	F	J- Niveau de bruit, période d'exposition, etc.	M	K- Températures basses ou élevées, période d'exposition, etc.	M	L- Absence de mesure d'urgence.	Nul	M- Organisation du travail (horaires, rythme, répétitivité, etc.)	F	N- Contacts avec des personnes potentiellement agressives	Nul	O- Autres (spécifier) :	
Sources	Risque potentiel																																
A- Utilisation de machines, d'appareils, d'outils, de robots, etc.	É																																
B- Utilisation / manipulation de produits dangereux tels que solvants, pesticides, désinfectants, etc.	M																																
C- Manipulation de matières présentant un risque de contamination biologique.	F																																
D- Manipulation de matières présentant un risque de blessure (coupure, etc.)	F																																
E- Transport et la manutention de charges de toutes sortes.	F																																
F- Postures de travail ou aménagement physique des lieux présentant un risque ergonomique.	F																																
G- Empilage et entreposage de matériel de toutes sortes.	F																																
H- Émission de poussières, de gaz et de vapeurs occasionnés par divers procédés.	F																																
I- Qualité de l'air.	F																																
J- Niveau de bruit, période d'exposition, etc.	M																																
K- Températures basses ou élevées, période d'exposition, etc.	M																																
L- Absence de mesure d'urgence.	Nul																																
M- Organisation du travail (horaires, rythme, répétitivité, etc.)	F																																
N- Contacts avec des personnes potentiellement agressives	Nul																																
O- Autres (spécifier) :																																	
Risques technologiques	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 40%;">Type de risques</th> <th style="width: 20%;">Probabilité d'occurrence</th> <th style="width: 40%;">Gravité</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A- Incendie / explosion</td> <td>M</td> <td>M</td> </tr> <tr> <td>B- Déversement de liquide(s) toxique(s)</td> <td>F</td> <td>F</td> </tr> <tr> <td>C- Émanation de vapeurs toxiques</td> <td>F</td> <td>F</td> </tr> <tr> <td>D- Accident impliquant des véhicules</td> <td>M</td> <td>F</td> </tr> <tr> <td>E- Transport de matières dangereuses</td> <td>M</td> <td>F</td> </tr> <tr> <td>F- Autres (spécifier) :</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Type de risques	Probabilité d'occurrence	Gravité	A- Incendie / explosion	M	M	B- Déversement de liquide(s) toxique(s)	F	F	C- Émanation de vapeurs toxiques	F	F	D- Accident impliquant des véhicules	M	F	E- Transport de matières dangereuses	M	F	F- Autres (spécifier) :													
Type de risques	Probabilité d'occurrence	Gravité																															
A- Incendie / explosion	M	M																															
B- Déversement de liquide(s) toxique(s)	F	F																															
C- Émanation de vapeurs toxiques	F	F																															
D- Accident impliquant des véhicules	M	F																															
E- Transport de matières dangereuses	M	F																															
F- Autres (spécifier) :																																	
<b>Nuisances</b>																																	
Auditives	Moyen; Rang : 3/6																																
Visuelles	Moyen; Rang : 4/6																																
Olfactives et qualité de l'air	Moyen; Rang : 3/6																																
Salubrité et sécurité pour les citoyens	Faible; Rang : 2/6																																
Encombrement routier	Moyen; Rang : 3/6																																

Critères	Donnée
<b>Technico-économique</b>	
<b>Bilan économique</b>	
Coûts totaux	Investissement nécessaire pour la mise en œuvre : 85 M\$ + 20 M\$ pour le prétraitement mécano-biologique. Prix de revient: 100 \$/tonne + 25 \$/t pour le prétraitement mécano-biologique.
Revenus d'exploitation	Vente d'électricité ou de vapeur : inclut dans le prix de revient.
<b>Aspects techniques</b>	
Flexibilité de la technologie	Il est assez facile d'adapter la technologie pour : <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Nouvelles matières ou matières retirées</li> </ul> Il est difficile, mais possible d'adapter la technologie afin d'accepter une variation de ce type pour : <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Augmentation ou diminution significative avec le temps (quantité)</li> <li>▪ Fluctuations régulières (qualité)</li> <li>▪ Diminution significative de la qualité avec le temps</li> <li>▪ Changement dans la réglementation</li> </ul> Une variation de ce type ne changerait rien au déroulement de la technologie : <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Fluctuations régulières (quantité)</li> </ul>
Faisabilité technique	La technologie nécessite des infrastructures complexes à mettre en place, un niveau élevé de mécanisation des opérations, présente des opérations complexes. Complexe à entretenir et à contrôler. Très long (plus de 5 ans).
Qualité des produits obtenus	Aucun produit

\* F : faible; M : moyen; E : élevé.

**Tableau D.12 : Enfouissement en bioréacteur**

Critères	Donnée																																
<b>Enfouissement des résidus ultimes dans un site de type « bioréacteur ».</b>																																	
<b>SOURCE : « CIRAIG_Questionnaire_enfouissement » rempli par SNC-Lavalin le 22 mai 2007.</b>																																	
<b>Social</b>																																	
<b>Acceptabilité/ Incidences sociales</b>																																	
Facilité d'application	Non applicable. Évalué pour la collecte.																																
Acceptabilité	Voisins du site : Rang = 6/6 Population en général : Rang = 5/6																																
Potentiel d'implication citoyenne et incidences sociales	Implication citoyenne par la formation possible d'un comité de vigilance.																																
	Emplois actuels maintenus.																																
<b>SST/ Risques technologiques</b>																																	
SST	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Sources</th> <th>Risque potentiel</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A- Utilisation de machines, d'appareils, d'outils, de robots, etc.</td> <td>F</td> </tr> <tr> <td>B- Utilisation / manipulation de produits dangereux tels que solvants, pesticides, désinfectants, etc.</td> <td>F</td> </tr> <tr> <td>C- Manipulation de matières présentant un risque de contamination biologique.</td> <td>E</td> </tr> <tr> <td>D- Manipulation de matières présentant un risque de blessure (coupure, etc.)</td> <td>M</td> </tr> <tr> <td>E- Transport et la manutention de charges de toutes sortes.</td> <td>F</td> </tr> <tr> <td>F- Postures de travail ou aménagement physique des lieux présentant un risque ergonomique.</td> <td>M</td> </tr> <tr> <td>G- Empilage et entreposage de matériel de toutes sortes.</td> <td>F</td> </tr> <tr> <td>H- Émission de poussières, de gaz et de vapeurs occasionnés par divers procédés.</td> <td>M</td> </tr> <tr> <td>I- Qualité de l'air.</td> <td>E</td> </tr> <tr> <td>J- Niveau de bruit, période d'exposition, etc.</td> <td>F</td> </tr> <tr> <td>K- Températures basses ou élevées, période d'exposition, etc.</td> <td>F</td> </tr> <tr> <td>L- Absence de mesure d'urgence.</td> <td>F</td> </tr> <tr> <td>M- Organisation du travail (horaires, rythme, répétitivité, etc.)</td> <td>F</td> </tr> <tr> <td>N- Contacts avec des personnes potentiellement agressives</td> <td>F</td> </tr> <tr> <td>O- Autres (spécifier) :</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Sources	Risque potentiel	A- Utilisation de machines, d'appareils, d'outils, de robots, etc.	F	B- Utilisation / manipulation de produits dangereux tels que solvants, pesticides, désinfectants, etc.	F	C- Manipulation de matières présentant un risque de contamination biologique.	E	D- Manipulation de matières présentant un risque de blessure (coupure, etc.)	M	E- Transport et la manutention de charges de toutes sortes.	F	F- Postures de travail ou aménagement physique des lieux présentant un risque ergonomique.	M	G- Empilage et entreposage de matériel de toutes sortes.	F	H- Émission de poussières, de gaz et de vapeurs occasionnés par divers procédés.	M	I- Qualité de l'air.	E	J- Niveau de bruit, période d'exposition, etc.	F	K- Températures basses ou élevées, période d'exposition, etc.	F	L- Absence de mesure d'urgence.	F	M- Organisation du travail (horaires, rythme, répétitivité, etc.)	F	N- Contacts avec des personnes potentiellement agressives	F	O- Autres (spécifier) :	
Sources	Risque potentiel																																
A- Utilisation de machines, d'appareils, d'outils, de robots, etc.	F																																
B- Utilisation / manipulation de produits dangereux tels que solvants, pesticides, désinfectants, etc.	F																																
C- Manipulation de matières présentant un risque de contamination biologique.	E																																
D- Manipulation de matières présentant un risque de blessure (coupure, etc.)	M																																
E- Transport et la manutention de charges de toutes sortes.	F																																
F- Postures de travail ou aménagement physique des lieux présentant un risque ergonomique.	M																																
G- Empilage et entreposage de matériel de toutes sortes.	F																																
H- Émission de poussières, de gaz et de vapeurs occasionnés par divers procédés.	M																																
I- Qualité de l'air.	E																																
J- Niveau de bruit, période d'exposition, etc.	F																																
K- Températures basses ou élevées, période d'exposition, etc.	F																																
L- Absence de mesure d'urgence.	F																																
M- Organisation du travail (horaires, rythme, répétitivité, etc.)	F																																
N- Contacts avec des personnes potentiellement agressives	F																																
O- Autres (spécifier) :																																	
Risques technologiques	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Type de risques</th> <th>Probabilité d'occurrence</th> <th>Gravité</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A- Incendie / explosion</td> <td>M</td> <td>M</td> </tr> <tr> <td>B- Déversement de liquide(s) toxique(s)</td> <td>F</td> <td>F</td> </tr> <tr> <td>C- Émanation de vapeurs toxiques</td> <td>F</td> <td>F</td> </tr> <tr> <td>D- Accident impliquant des véhicules</td> <td>M</td> <td>F</td> </tr> <tr> <td>E- Transport de matières dangereuses</td> <td>F</td> <td>F</td> </tr> <tr> <td>F- Autres (spécifier) :</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Type de risques	Probabilité d'occurrence	Gravité	A- Incendie / explosion	M	M	B- Déversement de liquide(s) toxique(s)	F	F	C- Émanation de vapeurs toxiques	F	F	D- Accident impliquant des véhicules	M	F	E- Transport de matières dangereuses	F	F	F- Autres (spécifier) :													
Type de risques	Probabilité d'occurrence	Gravité																															
A- Incendie / explosion	M	M																															
B- Déversement de liquide(s) toxique(s)	F	F																															
C- Émanation de vapeurs toxiques	F	F																															
D- Accident impliquant des véhicules	M	F																															
E- Transport de matières dangereuses	F	F																															
F- Autres (spécifier) :																																	
<b>Nuisances</b>																																	
Auditives	Moyen; Rang : 3/6																																
Visuelles	Élevé; Rang : 6/6																																
Olfactives et qualité de l'air	Élevé; Rang : 5/6																																
Salubrité et sécurité pour les citoyens	Élevé; Rang : 5/6																																
Encombrement routier	Moyen; Rang : 3/6																																
<b>Technico-économique</b>																																	
<b>Bilan économique</b>																																	
Coûts totaux	Prix de revient: 60 \$/tonne, incluant les taxes à l'élimination (10\$/t)																																

Critères	Donnée
Revenus d'exploitation	Inclus dans le coût de revient.
<b>Aspects techniques</b>	
Flexibilité de la technologie	Les variations ne changent rien au déroulement de la technologie à l'exception d'un changement de réglementation où il serait difficile, mais possible d'adapter la technologie.
Faisabilité technique	Simple à entretenir et à contrôler. Assez long (de 3 à 5 ans).
Qualité des produits obtenus	Aucun produit

\* F : faible; M : moyen; E : élevé.



**ANNEXE E :**  
**HYPOTHÈSES**

---

**Tableau E.1 : Hypothèses posées pour la modélisation environnementale de la collecte (outils et transport)**

Outils de collecte
<ul style="list-style-type: none"><li>Aucun matériau vierge n'est attribué à la consommation de plastique (PEHD) recyclé. Seule l'énergie requise pour sa « retransformation » (broyage, etc.) a été considérée. Une valeur de 0,6 kWh/kg de PE recyclé a été employée (SimaPro, Pré Consultants).</li></ul>
Collecte
<ul style="list-style-type: none"><li>Les camions de co-collecte exigent 10% plus d'entretien que les camions non robotisés.</li><li>La durée de vie de tous les camions de collecte est la même (25 000 heures); le changement de moteur et de pièces durant cette période sont négligeable par rapport à la phase d'utilisation.</li></ul>

**Tableau E.1 : Hypothèses posées pour la modélisation environnementale des technologies**

#### Hypothèses générales

- Les données relatives aux options de traitement sont issues de technologies particulières choisies pour les fins du pré-design. D'autres variantes technologiques auraient tout aussi bien pu être choisies.
- La capacité de traitement (tonnes/année) des installations reste constante dans le temps.
- Dans les intervalles de capacités de traitement étudiées, les impacts par tonne de matières résiduelles traitées sont constants (c.-à-d. que les impacts augmentent linéairement avec le tonnage traité).
- Distance de transport locale : 20 km
- Distance de transport régionale: 55 km
- Durée de vie des équipements mobiles : 10 ans
- Durée de vie des infrastructures et équipements fixes : 20 ans
- Toutes les dalles de bétons ont une épaisseur de 6 po (0,15 m)
- Le gaz naturel a une capacité calorifique de 33 MJ/Nm<sup>3</sup> et une densité de 0,717 kg/Nm<sup>3</sup>
- Densité du diesel : 0,827 g/cm<sup>3</sup>
- Densité de l'acier : 7,85 g/cm<sup>3</sup>
- Densité du sable : 2 t/m<sup>3</sup>
- Densité du gravier : 1682 kg/m<sup>3</sup> ([http://www.simetric.co.uk/si\\_materials.htm](http://www.simetric.co.uk/si_materials.htm))
- Densité de la bentonite : 593 kg/m<sup>3</sup> ([http://www.simetric.co.uk/si\\_materials.htm](http://www.simetric.co.uk/si_materials.htm))
- Densité du PEHD : 0,95 kg/m<sup>3</sup> (<http://www.oxfordplasticsinc.com/polyethylene.htm>)

#### Compostage

- Le compost produit remplace des fertilisants chimiques.
- À l'exception du CO<sub>2</sub> biogénique, aucune substance n'est émise à l'atmosphère à la sortie du biofiltre de traitement de l'air ou du procédé.

#### Digestion anaérobie

- Aucune fuite de biogaz à l'atmosphère.
- À l'exception du CO<sub>2</sub> biogénique, aucune substance n'est émise à l'atmosphère à la sortie du biofiltre de traitement de l'air.
- Le biogaz est composé à 60% de méthane (capacité calorifique de 0,6 x 33 MJ/Nm<sup>3</sup> = environ 20 MJ/m<sup>3</sup>)
- Le biogaz produit remplace du gaz naturel. Il est envoyé par conduites chez un client, sans transformation préalable. Les conduites sont exclues.
- Le compost produit remplace des fertilisants chimiques.
- Les émissions reliées à la combustion du biogaz et du gaz naturel sont équivalentes.

#### Gazéification

- L'apport d'oxygène n'est pas considéré dans le bilan environnemental (sans impact).
- Le gaz naturel consommé par le procédé provient de Lachenaie, et est estimé parcourir 70 km par pipeline.
- Le syngaz produit remplace du gaz naturel. Il est envoyé par conduites chez un client, sans transformation préalable. Les conduites sont exclues.
- Les émissions reliées à la combustion de gaz naturel (évitées par la combustion du syngaz) seraient issues d'une turbine à gaz.
- Les résidus inertes (vitrifiats) remplacent du gravier de construction (en proportion de 1 :1)
- Les sous-produits générés (zinc, soufre, NaCl) remplacent leur équivalent vierge.

### Incinération

- La combustion des résidus ultimes de Montréal occasionne les mêmes émissions que l'incinérateur de Neumünster (Allemagne du Nord)
- 50% de l'énergie contenue dans les RU (14 000 kJ/kg) peut être récupérée sous forme de vapeur ou d'électricité.
- Les mâchefers sont considérés comme des déchets inertes lors de l'enfouissement.

### Tri-compostage

- La chaleur générée par le tri-compostage n'est pas valorisée (par récupération et vente d'énergie), mais la consommation électrique du procédé (relative au chauffage des installations notamment) a été diminuée en considérant cette production de chaleur par le compost. Justification : les taux d'efficacité de récupération de chaleur sont peu documentés.
- Aucune consommation de matériaux.
- À l'exception du CO<sub>2</sub> biogénique, aucune substance n'est émise à l'atmosphère à la sortie du biofiltre de traitement de l'air ou du procédé.
- Aucune émission à l'eau.
- Les métaux à recycler (issus du tri) sont transportés sur une distance de 100 km vers le recycleur.
- Les métaux récupérés remplacent des métaux secondaires.

### Enfouissement en bioréacteur

- Les équipements fixes (pompes, compresseurs, instrumentation de mesure, système d'asséchage du biogaz) sont jugé négligeables.
- Le site d'enfouissement occupe l'espace de terrain sur une période de 50 ans (20 ans d'opération + 30 ans post-fermeture pour le captage du biogaz).
- Le biogaz produit est composé à 55% de méthane.
- L'enfouissement pêle-mêle des matières résiduelles (tous types de résidus confondus) représente un potentiel (max) de 112 m<sup>3</sup>/t de RU enfouie.
- L'enfouissement de refus du tri-compostage diminue le potentiel de production de biogaz de 75% (la matière organique étant déjà décomposée).
- L'enfouissement des résidus ultimes issus d'une collecte 3 voies diminue le potentiel de production de biogaz de 50% (considérant que 60% des MO et MR ont été retirés).
- En réalité, seulement 75% du potentiel de production de biogaz est généré.
- La composition du lixiviat est la même peu importe la composition des matières enfouies.
- Distance de transport des sols de recouvrement (durant l'opération et pour le recouvrement final) : 10 km.
- L'énergie nécessaire pour l'opération des pompes de recirculation des lixiviats est négligée.
- Les émissions reliées à la combustion du biogaz et du gaz naturel sont équivalentes

**ANNEXE F :**  
**RÉSULTATS BRUTS - MODÉLISATION ENVIRONNEMENTALE ET SCORES**

---

## LISTE DES TABLEAUX ET FIGURES DE RÉSULTATS BRUTS

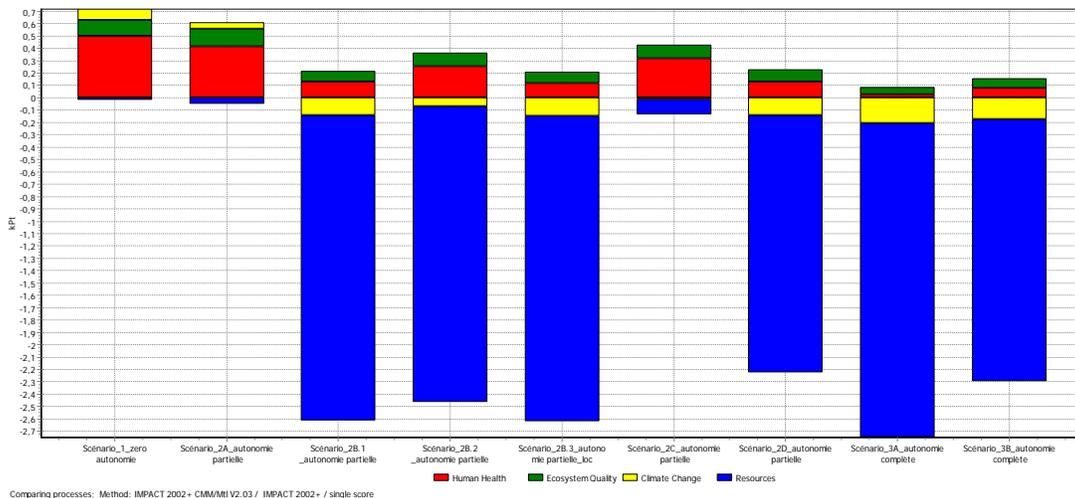
Tableau F.1 : Résultats bruts, modélisation des outils de collecte des matières recyclables (méthode Impact 2002+).....	F-3
Tableau F.2 : Résultats bruts, modélisation des scénarios de gestion des matières organiques (méthode Impact 2002+).....	F-3
Tableau F.3 : Résultats bruts, modélisation des scénarios de gestion des résidus ultimes (méthode Impact 2002+) .....	F-4
Tableau F.4 : Scores par critères pour les outils de collecte des matières recyclables.	F-5
Tableau F.5 : Résultats bruts, modélisation des options de collecte (méthode Impact 2002+).....	F-6
Tableau F.6 : Scores par critères pour les options de collecte .....	F-7
Tableau F.7 : Scores par critères pour les technologies de traitement des matières organiques .....	F-8
Tableau F.8 : Scores par critères pour les technologies de traitement des résidus ultimes .....	F-9
Figure F.1 : Comparaison environnementale des scénarios de gestion des matières organiques (méthode IMPACT 2002+, score unique). .....	F-3
Figure F.2 : Comparaison environnementale des scénarios de gestion des résidus ultimes (méthode IMPACT 2002+, score unique).....	F-4

**Tableau F.1 : Résultats bruts, modélisation des outils de collecte des matières recyclables (méthode Impact 2002+)**

Damage cate	Unit	Bac roulant 360L	Bac vert Bac vert 64L	Bac vert bonifié	Sacs 60L (1/sem)	Sacs 60L (2/sem)	Sacs 60L 50% recyclé (1/sem)	Sacs 60L 50% recyclé (2/sem)
Total	Pt	0,01960005	0,00278778	0,0052271	0,01408609	0,02817217	0,00877558	0,01755117
Human Health	Pt	0,00719973	0,00094009	0,00176267	0,00383654	0,00767308	0,00236871	0,00473742
Ecosystem	Qi Pt	0,00018756	3,93E-05	7,36E-05	0,00012992	0,00025983	0,00012999	0,00025998
Climate Chan	Pt	0,00367427	0,00066115	0,00123965	0,00312835	0,0062567	0,00218787	0,00437575
Resources	Pt	0,00853849	0,00114727	0,00215114	0,00699128	0,01398256	0,00408901	0,00817802
	rapport/64L	7,44	1,00	1,87	6,09	12,19	3,56	7,13
	rapport/bonifié	3,97	0,53	1,00	3,25	6,50	1,90	3,80
Resources	Pt	0,00853849	0,00114727	0,00215114	0,00699128	0,01398256	0,00408901	0,00817802
	Score %	56,8	100,0	94,1	65,9	25,0	82,8	58,9
total impact	Pt	1,11E-02	1,64E-03	3,08E-03	7,09E-03	1,42E-02	4,69E-03	9,37E-03
	Score %	43,7	100,0	91,4	67,4	25,0	81,8	53,8

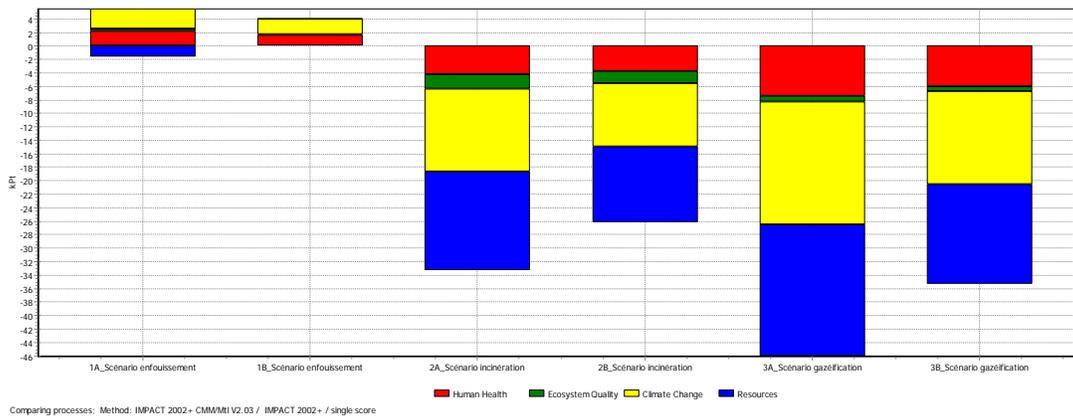
**Tableau F.2 : Résultats bruts, modélisation des scénarios de gestion des matières organiques (méthode Impact 2002+)**

Damage category	Unit	Scénario_1_ zero autonomie	Scénario_2A _autonomie partielle	Scénario_2B 1_autonomie partielle	Scénario_2B 2_autonomie partielle	Scénario_2B 3_autonomie partielle	Scénario_2C _autonomie partielle	Scénario_2D _autonomie partielle	Scénario_3A _autonomie complète	Scénario_3B _autonomie complète
Total	Pt	700,60163	551,44793	-2399,9428	-2103,118	-2413,589	290,54442	-2003,7074	-2664,1283	-2139,2632
Human Health	Pt	500,63681	414,89166	128,22073	253,17072	116,57558	318,77622	126,49192	24,871493	75,402153
Ecosystem	Qi Pt	124,52698	143,37971	86,842187	109,6638	90,219499	110,75861	98,104916	60,843648	80,176907
Climate Chan	Pt	92,559476	47,110075	-144,15151	-68,407818	-146,73212	-14,122835	-142,76066	-209,50857	-175,07532
Resources	Pt	-17,121636	-53,933516	-2470,8542	-2397,5447	-2473,652	-124,86758	-2085,5436	-2540,3348	-2119,7669
	score	25,0%	26,1%	97,9%	95,8%	98,0%	28,2%	86,5%	100,0%	87,5%
Tot rejets	Pt	717,723266	605,381445	70,911407	294,426702	60,062959	415,411995	81,836176	-123,793429	-19,49626
	score	25,0%	35,0%	82,6%	62,7%	83,6%	51,9%	81,7%	100,0%	90,7%

**Figure F.1 : Comparaison environnementale des scénarios de gestion des matières organiques (méthode IMPACT 2002+, score unique).**

**Tableau F.3 : Résultats bruts, modélisation des scénarios de gestion des résidus ultimes (méthode Impact 2002+)**

Damage category	Unit	1A_Scénario	1B_Scénario	2A_Scénario	2B_Scénario	3A_Scénario	3B_Scénario
		enfouissement	enfouissement	incinération	incinération	gazéification	gazéification
Total	Pt	3858,892	4081,6918	-33353,463	-26108,163	-46057,45	-35278,049
Human Health	Pt	2150,015	1607,0935	-4248,5581	-3769,5465	-7418,9295	-5996,1854
Ecosystem Q	Pt	393,07038	137,36498	-2175,0074	-1805,8237	-882,82722	-806,76984
Climate Chan	Pt	2982,1084	2206,9204	-12255,003	-9352,2423	-18247,872	-13787,606
Resources	Pt	-1,67E+03	1,30E+02	-1,47E+04	-1,12E+04	-1,95E+04	-1,47E+04
	Score	<b>31,9%</b>	<b>25,0%</b>	<b>81,5%</b>	<b>68,2%</b>	<b>100,0%</b>	<b>81,6%</b>
Total rejets	Pt	5,53E+03	3,95E+03	-1,87E+04	-1,49E+04	-2,65E+04	-2,06E+04
	Score	<b>25,0%</b>	<b>28,7%</b>	<b>81,6%</b>	<b>72,8%</b>	<b>100,0%</b>	<b>86,1%</b>



**Figure F.2 : Comparaison environnementale des scénarios de gestion des résidus ultimes (méthode IMPACT 2002+, score unique).**

**Tableau F.4 : Scores par critères pour les outils de collecte des matières recyclables**

Indicateur	#	Réponse	Score			
			Bac vert	Bac bonifié	Bac roulant 360 L	Sacs
<b>S1. Acceptabilité et responsabilisation des citoyens et incidences sociales</b>			<b>2,5625</b>	<b>2,0</b>	<b>2,3</b>	<b>2,1</b>
S1.1 Facilité d'application	1	Entrep - Matière	2,5	2	1	3
	2	Entrep - Outil	3	3	2,5	1
	3	Manipulation	4	3	2,5	2
	4	Entretien	2	1	3	1
		Moyenne	2,9	2,3	2,3	1,8
S1.2 Acceptabilité par les citoyens	1a)		Non applicable pour les voisins du site			
	1b)		1	1	2,5	4
	2					
S1.3 Potentiel d'implication citoyenne et incidence	1		Pas discriminant			
	2					
<b>S2. Atteintes à la SST et risques technologiques</b>			<b>2,4</b>	<b>2,4</b>	<b>2,0</b>	<b>2,4</b>
S2.1 Santé et sécurité au travail (SST)	1		2,4	2,4	2,0	2,4
S2.2 Risques technologiques	1		Applicable pour les modes seulement			
<b>S3. Atteintes à la santé et à la qualité de vie des citoyens</b>			<b>1,5</b>	<b>1,4</b>	<b>1,2</b>	<b>1,4</b>
S3.1 Nuisances auditives	1		2	2	1	1
S3.2 Nuisances visuelles	1		2,5	2	2	1
S3.3 Nuisances olfactives et qualité de l'air	1		1	1	1	1
S3.4 Salubrité et sécurité pour les citoyens	1		2	1	1	3
S3.5 Encombrement routier	1	Bacs dans la rue	1	1	1	1
S3.6 Informations complémentaires et études :	1					
<b>T1. Bilan économique</b>					<b>0</b>	
T1.1 Coûts totaux	1					
T1.2 Revenus d'exploitation	1			0		
<b>T2. Aspects techniques</b>			<b>1,3</b>	<b>1,3</b>	<b>1,9</b>	<b>2,1</b>
T2.1 Flexibilité de la technologie	1		2,0	2,0	1,0	2,5
T2.2 Faisabilité technique	1		Tous les camions seront équipés			
	2		1	1	2	1
	3		1	1	2	1
T2.3 Qualité des produits obtenus	1		1	1	2,5	4

**Tableau F.5 : Résultats bruts, modélisation des options de collecte (méthode Impact 2002+)**

Title: Comparing processes  
 Method: IMPACT 2002+ CMM/Mtl V2.03 / IMPACT 2002+  
 Indicator: Single score  
 Per impact ca No  
 Skip categorie Never  
 Relative mode Non

		Zone détachée					Zone non détachée					Zone multilogements					
Damage cate	Unit	Option_A1, d	Option_A2, d	Option_A3, d	Option_B, dét	Option_C, d	Option_D1, nc	Option_D2, nc	Option_E, nor	Option_F, nor	Option_G, no	Option_H1, m	Option_H2, m	Option_I1, mu	Option_I2, mu	Option_J1, mu	Option_J2, mu
Total	Pt	3056,7801	2613,6515	2283,2731	3075,6956	2339,5685	4118,8013	3392,2224	2942,8419	2942,8419	2859,674	4246,1551	3455,3669	4410,5282	3619,74	4410,5282	3619,74
Human Health	Pt	1252,3117	1070,8094	935,22956	1260,0583	958,35853	1687,3209	1389,7195	1205,3476	1205,3476	1171,2954	1739,4659	1415,5648	1806,8221	1482,9211	1806,8221	1482,9211
Ecosystem QI	Pt	82,948505	70,903555	62,000711	83,439251	63,520437	111,80936	92,059779	79,9545	79,9545	77,689761	115,28023	93,785339	119,73291	98,238013	119,73291	98,238013
Climate Chan	Pt	873,52559	746,91302	652,4926	878,98643	668,57959	1176,9769	969,37569	840,94189	840,94189	817,17928	1213,3564	987,40907	1260,3359	1034,3886	1260,3359	1034,3886
Resources	Pt	847,99428	725,02544	633,55028	853,21159	649,10995	1142,6941	941,06743	816,59785	816,59785	793,50957	1178,0525	958,60766	1223,6372	1004,1923	1223,6372	941,69792
Score	%	<b>72,7</b>	<b>88,4</b>	<b>100,0</b>	<b>72,1</b>	<b>98,0</b>	<b>35,3</b>	<b>60,9</b>	<b>76,7</b>	<b>76,7</b>	<b>79,7</b>	<b>30,8</b>	<b>58,7</b>	<b>25,0</b>	<b>52,9</b>	<b>25,0</b>	<b>60,8</b>
Tot rejets	Pt	2208,7858	1888,62598	1649,72287	2222,48398	1690,45856	2976,10716	2451,15497	2126,24399	2126,24399	2066,16444	3068,10253	2496,75921	3186,89091	2615,54771	3186,89091	2615,54771
Score	%	<b>72,7</b>	<b>88,3</b>	<b>100,0</b>	<b>72,1</b>	<b>98,0</b>	<b>35,3</b>	<b>60,9</b>	<b>76,8</b>	<b>76,8</b>	<b>79,7</b>	<b>30,8</b>	<b>58,7</b>	<b>25,0</b>	<b>52,9</b>	<b>25,0</b>	<b>52,9</b>



Tableau F.7 : Scores par critères pour les technologies de traitement des matières organiques

Indicateur	#	Réponse	CO #1, 1H	CO #2H	CFO #3H	CFO #4H	CF #5	CF #6, 6H	DA #7	DA #8	DA #9	DA #10
<b>S1. Acceptabilité et responsabilisation des citoyens et incidences sociales</b>			1,4	1,6	1,8	1,8	1,8	2,1	1,9	1,9	2,1	2,1
S1.1 Facilité d'application	1	Collecte seulement	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	2		N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
S1.2 Acceptabilité par les citoyens	1a)		1,8	2,5	2,5	2,5	2,5	3,25	2,5	2,5	3,25	3,25
	1b)		1,8	1,75	2,5	2,5	2,5	3,25	3,25	3,25	3,25	3,25
	2											
S1.3 Potentiel d'implication citoyenne et incidences sociales	1		1,0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	2		1,0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>S2. Atteintes à la SST et risques technologiques</b>			1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,7	1,9	1,9	1,9	1,9
S2.1 Santé et sécurité au travail (SST)	1		1,8	1,8	1,8	1,8	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9
S2.2 Risques technologiques	1		1,4	1,4	1,4	1,4	1,3	1,5	1,8	1,8	1,8	1,8
<b>S3. Atteintes à la santé et à la qualité de vie des citoyens</b>			1,9	2,5	2,7	2,7	2,4	2,8	2,4	2,4	2,8	2,8
S3.1 Nuisances auditives	1		1,75	2,5	2,5	2,5	1,75	2,5	1,75	1,75	2,5	2,5
S3.2 Nuisances visuelles	1		1,75	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	3,25	3,25	3,25	3,25
S3.3 Nuisances olfactives et qualité de l'air	1		1,75	2,5	3,25	3,25	2,5	3,25	1,75	1,75	2,5	2,5
S3.4 Salubrité et sécurité pour les citoyens	1		2,50	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
S3.5 Encombrement routier	1		1,75	2,5	2,5	2,5	2,5	3,25	2,5	2,5	3,25	3,25
S3.6 Informations complémentaires et études spécifiques en santé	1											
<b>T1. Bilan économique</b>												
T1.1 Coûts totaux	1	[\$/t]	45 \$	44 \$	54 \$	51 \$	85 \$	85 \$	120 \$	120 \$	120 \$	120 \$
T1.2 Revenus d'exploitation	1				0 à 10\$/t compost + crédits CO2				compost, biogaz, crédits			
<b>T2. Aspects techniques</b>			1,4	1,2	1,4	1,4	1,6	1,4	2,3	2,3	2,3	2,3
T2.1 Flexibilité de la technologie	1		2,0	2	2	2	2	2	2,7	2,7	2,7	2,7
T2.2 Faisabilité technique	1		1,0	1	1	1	1	1	3	3	3	3
	2		1,0	1	1,2	1,2	2	2	2,5	2,5	2,5	2,5
	3		2,0	1	2	2	2	1	2,5	2,5	2,5	2,5
T2.3 Qualité des produits obtenus	1		1,0	1	1	1	1	1	1	1	1	1

**Tableau F.8 : Scores par critères pour les technologies de traitement des résidus ultimes**

Indicateur	#	Réponse	Score				
			Enf.	Incin.	Gaz.	Tri-com	MBT
<b>S1. Acceptabilité et responsabilisation des citoyens et incidences sociales</b>			<b>3,0</b>	<b>2,9</b>	<b>2,4</b>	<b>2,3</b>	<b>2,7</b>
S1.1 Facilité d'application	1	collecte seulement	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	2		N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
S1.2 Acceptabilité par les citoyens	1a) voisins		3,4	3,4	2,8	2,2	3,4
	1b) pop		3,4	4	2,8	2,8	3,4
S1.3 Potentiel d'implication citoyenne et incidences	1	Difficile à évaluer...	3	3	3	3	3
	2		2	1	1	1	1
<b>S2. Atteintes à la SST et risques technologiques</b>			<b>2,4</b>	<b>2,3</b>	<b>2,4</b>	<b>2,2</b>	<b>2,2</b>
S2.1 Santé et sécurité au travail (SST)	1		2,5	2,3	2,3	2,2	2,2
S2.2 Risques technologiques	1		2,2	2,2	2,4	2,1	2,1
<b>S3. Atteintes à la santé et à la qualité de vie des citoyens</b>			<b>3,0</b>	<b>2,2</b>	<b>2,2</b>	<b>2,0</b>	<b>3,0</b>
S3.1 Nuisances auditives	1		2,2	2,2	2,2	2,2	2,2
S3.2 Nuisances visuelles	1		4	2,8	2,8	1,6	4
S3.3 Nuisances olfactives et qualité de l'air	1		3,4	2,2	2,2	2,2	3,4
S3.4 Salubrité et sécurité pour les citoyens	1		3,4	1,6	1,6	1,6	3,4
S3.5 Encombrement routier	1		2,2	2,2	2,2	2,2	2,2
S3.6 Informations complémentaires et études spéc	1				N/A		
<b>T1. Bilan économique</b>							
T1.1 Coûts totaux	1		60 \$	100 \$	145 \$	120 \$	25 \$
T1.2 Revenus d'exploitation	1						
<b>T2. Aspects techniques</b>			<b>2,1</b>	<b>2,9</b>	<b>2,9</b>	<b>2,5</b>	<b>2,5</b>
T2.1 Flexibilité de la technologie	1		2,2	2,5	2,3	2,2	2,2
T2.2 Faisabilité technique	1		2	3	3	2	2
	2		1	4	4	3	3
	3		3	4	4	3	3
T2.3 Qualité des produits obtenus	1		N/A	1	1	2,5	2,5
Coûts unitaires:							
Transport, camions semi-remorque 28t			1,55 \$/km				
Enfouissement des cendres			35 \$/t				
Stabilisation des cendres volantes			100 \$/t				