SOLINOV

Gestion de matières résiduelles
Valorisation et compostage
Environnement

100, rue Richelieu
Saint-Jean-sur-Richelieu
(Québec) J3B 6X3

Tél. : (450) 348-5693
Ligne : 1-888-348-5693
Téléc. : (450) 348-3607
Courriel : info@solinov.com
www.solinov.com

Collaboration de :

TECSULT | AECOM

Montréal

RT01-26608

Étude sur la planification du volet infrastructures pour les matières organiques de l'agglomération de Montréal dans le cadre de la mise en oeuvre du PDGMR 2008-2012

Décembre 2008

Montréal

Étude sur la planification du volet infrastructures pour les matières organiques de l'agglomération de Montréal dans le cadre de la mise en oeuvre du PDGMR 2008-2012

Décembre 2008

Équipe de réalisation :

SOLINOV

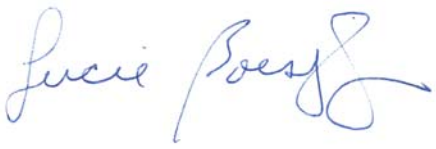
Françoise Forcier, ing., agr., M.Ing.
Directrice de projet

Marie-Hélène Gravel, ing. jr, M.Ing.
Ingénieure de projet

Benoit Beaudoin, agr., M.Sc.Env.
Directeur de projet

TECSULT | AECOM

(collaboration pour l'analyse des utilisations du biogaz, le cadre de financement et les croquis d'aménagement)



Lucie Boisjoly, ing.
Environnement industriel

Bernard Desjardins, M.Sc.
Directeur - Environnement industriel et Gestion des matières résiduelles

Denis Charbonneau, économiste

Olivier Girard, économiste

Jean-François Larouche, ing. jr
Conseiller en génie industriel et en environnement

Table des matières

1.0 Introduction 1
2.0 Technologies et scénarios de traitement 2
2.1 Technologies de traitement les plus appropriées 2
2.2 Agencement des infrastructures au projet de PDGMR 2008-2012 6
2.3 Démarche participative par la mobilisation des acteurs 7
3.0 Sites potentiels d'implantation 9
3.1 Contexte de localisation des infrastructures à Montréal 9
3.2 Identification préliminaire des sites en 2006 9
3.3 Stratégie privilégiée pour le choix des localisations 12
4.0 Revue des expériences municipales pertinentes 13
4.1 Fiches techniques des installations jugées les plus pertinentes 13
4.2 Sommaire des données de coûts recueillies 14
4.3 Modèles de gestion dans les expériences municipales revues 18
5.0 Concepts techniques des infrastructures 24
5.1 Exigences du MDDEP et le choix des localisations 24
5.2 Présentation des concepts d'installations de traitement 25
5.3 Compostage en système semi-fermé 28
5.4 Compostage en système fermé 32
5.5 Digestion anaérobie 35
6.0 Perspectives de valorisation du compost et de l'énergie 40
6.1 Possibilités de valorisation du compost 40
6.2 Options considérées pour la valorisation du biogaz 41
7.0 Planification et mise en œuvre 44
7.1 Démarches et échéancier préliminaire 44
7.2 Estimation préliminaire et budgétaire des coûts 50
7.3 Cadre financier pour la mise en oeuvre 52
7.4 Mobilisation des acteurs pour la mise en oeuvre 53
8.0 Liste des références bibliographiques 54

Liste des annexes

ANNEXE A Fiches sur les expériences municipales : dans l'ordre, pour les installations de compostage : Ville de Hamilton, Région de Peel, Ville d'Ottawa et pour les installations de digestion anaérobie : Ville de Toronto, Région de Vasteras (Suède), Ville de Vienne (Autriche), Ville de Boden (Allemagne) et Communauté métropolitaine de Lille (France)

ANNEXE B Exigences du MDDEP relatives au choix de la localisation d'une installation de compostage et aux technologies possibles en fonction du type d'intrants

ANNEXE C Fiches concepts techniques pour les installations projetées de digestion anaérobie, de compostage en système fermé et de compostage en système semi-fermé

ANNEXE D Analyse des options de traitement et de valorisation du biogaz (TECSULT-AECOM)

ANNEXE E Programmes de financement disponibles (TECSULT-AECOM)

ANNEXE F Crédits pour réduction des émissions de gaz à effet de serre : une source potentielle de revenus (TECSULT-AECOM)

Liste des tableaux

Tableau 2.1 Caractéristiques des familles de technologies de compostage et de digestion anaérobie... 4
Tableau 2.2 Principales considérations à la base des technologies privilégiées et de l'élaboration des scénarios d'agencement des infrastructures sur le territoire montréalais en 2006..... 5
Tableau 4.1 Caractéristiques technico-économiques des installations étudiées..... 14
Tableau 4.2 Principaux avantages et inconvénients des grands types de modèles de gestion publique et privée applicables à une installation de traitement des matières organiques..... 19
Tableau 4.3 Mode de gestion et échéancier de réalisation des installations de traitement étudiées..... 21
Tableau 5.1 Concepts généraux révisés et hypothèses considérées pour les infrastructures de traitement des matières organiques projetées sur le territoire montréalais..... 27
Tableau 5.2 Caractéristiques des aires de traitement considérées pour le concept de compostage en système semi-fermé occupant une superficie totale d'environ 43 000 mètres carrés..... 31
Tableau 5.3 Caractéristiques des aires de traitement considérées pour le concept de compostage en système fermé occupant une superficie totale de 30 000 mètres carrés..... 35
Tableau 5.4 Caractéristiques des aires de traitement considérées pour le concept de digestion anaérobie (procédé humide) occupant une superficie totale de 20 000 mètres carrés..... 39
Tableau 6.1 Comparaison des options d'utilisation du biogaz..... 43
Tableau 7.1 Échéancier préliminaire de planification et de mise en oeuvre de l'installation no.1 de traitement par compostage au CESM (scénario optimal)..... 48
Tableau 7.2 Échéancier préliminaire de planification et de mise en oeuvre des installations de traitement no. 2 et 3 de digestion anaérobie (scénario conservateur)..... 49
Tableau 7.3 Échéancier préliminaire de planification et de mise en oeuvre de l'installation no.4 de traitement par compostage en système fermé (scénario conservateur)..... 50

Liste des figures

Figure 2.1 Agencement de base des installations de traitement des matières organiques requises pour Montréal, dans une perspective d'autonomie complète et en fonction des modes de collecte et des technologies privilégiés au projet de PDGMR..... 6
Figure 5.1 Agencement révisé des installations de traitement des matières organiques requises pour Montréal, dans une perspective d'autonomie partielle..... 26
Figure 5.2 Centre de compostage de *All Treat Farms* à Arthur, ON..... 28
Figure 5.3 Schéma simplifié du concept de compostage en système semi-fermé..... 30
Figure 5.4 *Centralized Composting Facility* à Hamilton (Photo : SOLINOV)..... 32
Figure 5.5 Schéma simplifié du concept de compostage en système fermé..... 34
Figure 5.6 *Dufferin Organics Processing Facility* à Toronto (Photo : SOLINOV)..... 36
Figure 5.7 Schéma simplifié du concept de digestion anaérobie (sans post-compostage)..... 38
Figure 7.1 Échéancier préliminaire de mise en œuvre des quatre installations de traitement des matières organiques à Montréal..... 46

1.0 Introduction

L'agglomération de Montréal a proposé, au mois de mars 2008, le projet de Plan directeur de gestion des matières résiduelles 2008-2012 (PDGMR). Pour préparer le projet de PDGMR, la Division de la gestion des matières résiduelles de la Ville de Montréal a accordé des mandats pour la réalisation de quatre études techniques. Ces études ont permis d'élaborer des scénarios de gestion des matières résiduelles et de préparer les éléments du scénario privilégié au PDGMR.

Le scénario privilégié, suite à la réalisation par le CIRAIG d'une analyse de cycle de vie simplifiée, consiste à viser le traitement, sur le territoire de l'agglomération de Montréal, de l'ensemble des matières organiques qui y sont produites. Des emplacements potentiels ont été repérés, sur le territoire de l'agglomération, pour la construction de quatre ou cinq installations de traitement des matières organiques. Certains sites appartiennent déjà à l'agglomération, et le zonage en vigueur permet l'installation des infrastructures requises pour concrétiser le scénario d'autonomie complète.

C'est donc dans ce contexte que s'inscrit la présente étude qui vise à assister la Ville de Montréal dans la planification de son Volet infrastructures de traitement des matières organiques pour le secteur géographique de l'agglomération de Montréal. L'étude tient compte des orientations privilégiées dans le projet de PDGMR et précise des éléments de mise en oeuvre tenant compte des données les plus à jour qui avantagent certaines modalités de mise en oeuvre à partir de 2008.

Le mandat repose sur deux objectifs principaux. Il vise à fournir à la CMM, d'ici le 31 décembre 2008, le Volet infrastructures du projet de PDGMR du secteur géographique de l'agglomération de Montréal. Il doit aussi permettre à la Ville de Montréal, responsable de la planification du traitement des matières résiduelles pour l'agglomération de Montréal, de progresser vers la mise en place des infrastructures nécessaires au scénario de mise en valeur privilégié sur son territoire.

Les objectifs spécifiques du mandat sont les suivants :

- Préciser et valider les localisations les plus favorables, sur le territoire de l'agglomération, à l'implantation des infrastructures projetées pour le traitement des matières organiques;
- Élaborer, pour ces emplacements, les concepts préliminaires des installations de traitement afin d'une part, de valider la faisabilité d'y implanter ces technologies (ex : superficies disponibles, utilisateur à proximité pour le biogaz) et d'autre part, d'orienter les démarches subséquentes à entreprendre pour concrétiser l'implantation des infrastructures;
- Analyser les meilleurs exemples d'installations de traitement des matières organiques, selon les technologies de traitement privilégiés dans le projet de PDGMR, dans des contextes similaires à celui de l'agglomération de Montréal, afin d'orienter la démarche de planification et d'établir des marges de coûts budgétaires pour le Volet infrastructures;
- Élaborer un plan de mise en œuvre préliminaire sur la base duquel la Ville pourra amorcer une planification détaillée de la construction des infrastructures dans les années à venir, et préparer un cadre de financement en identifiant les sources de subvention ou de financement disponibles le cas échéant;
- Préparer, pour des emplacements éventuels, une fiche concept pour chaque type d'installation projetée donnant un aperçu du procédé de traitement, des caractéristiques de terrain requises et de l'aménagement possible des infrastructures.

2.0 Technologies et scénarios de traitement

2.1 Technologies de traitement les plus appropriées

Suite à l'adoption du Plan de gestion des matières résiduelles de la Communauté métropolitaine de Montréal (PMGMR de la CMM), la Ville de Montréal s'est engagée à préparer un plan directeur de gestion des matières résiduelles (PDGMR). Un projet de PDGMR a été rendu public en mars 2008. Il a été élaboré à partir notamment d'études techniques réalisées par des firmes spécialisées sur les technologies de traitement des matières résiduelles. Sur la base d'une approche de séparation à la source des matières organiques, privilégiée dès le départ par l'agglomération de Montréal, une étude de faisabilité des technologies de traitement des matières organiques applicables à Montréal a été réalisée par SOLINOV (2006).

L'étude a permis une analyse des technologies de traitement (compostage et digestion anaérobie) applicables au contexte montréalais ainsi que l'identification préliminaire de sites potentiels pour l'implantation des infrastructures de traitement requises. Au terme de cette étude, la Ville de Montréal a constitué différents scénarios technologiques de traitement des résidus alimentaires et des résidus verts produits par les secteurs résidentiels (8 logements et moins) de l'est et de l'ouest de l'île de Montréal. S'en est suivi un second mandat confié à SOLINOV (2007) où des concepts préliminaires d'installations de traitement des matières organiques ont été développés et évalués en fonction de différents paramètres techniques, environnementaux, sociaux et économiques.

Les principaux constats découlant des études et réflexions menées au cours du processus d'élaboration du projet de PDGMR de la Ville de Montréal peuvent être résumés comme suit.

1. Au niveau des quantités produites et des modes de collecte

L'analyse des quantités et de la nature des matières compostables produites sur l'île de Montréal a révélé que le centre et l'est de l'île génèrent plus de résidus alimentaires que de résidus verts, contrairement à ce qui est observé dans l'ouest de l'île. La délimitation des secteurs est et ouest de l'agglomération apparaît sur la carte de la page 9, extraite du projet de PDGMR, où les territoires désignés dans l'ouest sont montrés en jaune, ceux de l'est étant bleus.

Les résidus alimentaires ont des caractéristiques différentes des résidus verts tant du point de vue des exigences de récupération (type de contenant, fréquence, etc.) que de leur traitement. Pour cette raison, et afin de maximiser le potentiel de récupération à Montréal, une approche de collecte où les résidus alimentaires sont ramassés séparément des résidus verts a été préconisée pour les territoires de l'est de l'île. Une collecte régulière et fréquente, de même que l'utilisation d'une petit contenant est donc préconisée dans l'est pour les résidus alimentaires. En ramassant séparément les résidus alimentaires dont la production varie peu, l'agglomération pourra recourir à la collecte simultanée de plusieurs fractions de matières résiduelles dans un camion compartimenté, généralement appelée co-collecte. En parallèle, des collectes de résidus verts pourront être offertes séparément, à des fréquences variant selon la saison et les besoins particuliers des territoires.

Par ailleurs, des expériences ontariennes ont démontré que les programmes qui permettent l'usage de sacs de plastique pour la collecte de résidus alimentaires tout en réduisant la fréquence de la collecte des déchets affichent les meilleurs rendements de récupération des résidus alimentaires.

Ainsi, pour maximiser les rendements de récupération à Montréal, un scénario basé sur l'utilisation possible de sacs de plastique (compostable ou de polyéthylène) a été retenu pour la collecte des résidus alimentaires en petit bac (environ 45L), séparément des résidus verts, pour les secteurs résidentiels de l'est de l'agglomération. L'usage de sacs de plastique sera possible lorsque des installations utilisant une technologie appropriée au traitement des résidus en sacs de plastique pourront desservir l'agglomération de Montréal (voir point 3. ci-après). D'ici là, des services de collecte de résidus alimentaires pourront être mis en place progressivement en privilégiant l'usage de sacs de papier compte tenu des restrictions relatives à la réception de résidus en sacs aux centres de compostage existants pouvant desservir les territoires de Montréal à court terme. Dans son projet de PDGMR, l'agglomération entend également privilégier la collecte en vrac ou en sac de papier pour les résidus verts.

Pour les territoires de l'ouest de l'île, l'approche de collecte que privilégieront les arrondissements et villes liées pourrait consister à récupérer ensemble les résidus alimentaires et les résidus verts dans un contenant de plus grand format (bac roulant) permettant la collecte mécanisée. Ce mode de collecte facilite la récupération sans sac de plastique, ce qui constitue un avantage du point de vue du traitement par compostage. Ce mode de collecte est également apprécié dans les secteurs résidentiels où l'on retrouve une forte proportion de résidus verts volumineux, à cause de la grande capacité du contenant (bac roulant). Dans le contexte où la collecte est de compétence locale, l'agglomération de Montréal a privilégié un scénario d'infrastructures qui prévoit la mise en place de ce mode de collecte dans l'ouest, où l'on retrouve une plus forte proportion de résidus verts.

2. Au niveau des marchés potentiels pour le compost

L'évaluation des marchés potentiels pour le compost produit à partir de matières organiques séparées à la source a démontré que la qualité du produit, notamment en ce qui a trait à la présence de corps étrangers (matières indésirables tels les objets et fragments de plastique, de verre et de métal), influence grandement les perspectives de marché (quantité vendue et prix de vente). Conséquemment, l'agglomération a considéré que la technologie de traitement retenue devait par ses équipements de prétraitement et d'affinage, entre autres, mener à l'obtention d'un compost de qualité. Une attention particulière a été portée aux résidus alimentaires dans lesquels on retrouve habituellement une plus forte proportion de corps étrangers.

3. Au niveau des technologies de traitement des matières organiques

Répondant au principe d'autonomie régionale retenu dans le PMGMR, la Ville de Montréal a basé ses choix, pour le traitement des matières organiques, sur une analyse des technologies pouvant être aménagées en milieu urbain dense, en zone industrielle principalement. Un inventaire préliminaire de la disponibilité de sites appropriés sur le territoire a permis d'identifier quelques emplacements potentiels pour l'implantation des infrastructures. D'une part, compte tenu du peu de terrains disponibles sur l'île, de leur petite taille (espace limité) et de leur coût élevé, la technologie devait permettre une installation compacte. D'autre part, compte tenu de la proximité des citoyens, la technologie de traitement devait offrir le maximum de sécurité en regard des nuisances d'odeurs.

La revue des technologies de traitement des matières organiques, portant sur les procédés biologiques et permettant la production de compost de qualité, a révélé que les technologies de compostage en système fermé et les technologies de digestion anaérobie sont plus performantes sur le plan de la prévention des nuisances d'odeurs. Par ailleurs, la digestion anaérobie a pour avantage de produire du biogaz, qui peut être utilisé comme source d'énergie.

L'analyse des grandes approches de traitement des matières organiques a aussi indiqué que certaines d'entre elles ont une influence plus marquée sur la qualité du compost obtenu, principalement en termes de teneur en corps étrangers. Il a été démontré que les procédés humides de digestion anaérobie procurent une plus grande performance du point de vue de l'enlèvement des matières indésirables par rapport aux procédés secs de digestion anaérobie et aux procédés de compostage qui utilisent des techniques de séparation semblables. Pour cette raison, la digestion anaérobie humide a été préférée au procédé sec de digestion anaérobie pour le traitement de résidus alimentaires ramassés en sac de plastique (compostable ou de polyéthylène), et ce compte tenu que ces résidus contiennent intrinsèquement beaucoup d'eau et qu'ils peuvent contenir des quantités d'impuretés physiques élevées.

Le tableau 2.1 présente sommairement les principales caractéristiques qui différencient les grandes familles technologiques de traitement des matières organiques qui ont été analysées spécifiquement pour le contexte de l'agglomération de Montréal.

Tableau 2.1 Caractéristiques des familles de technologies de compostage et de digestion anaérobie

		Superficies	Odeurs	Qualité du compost	Énergie
COMPOSTAGE	Système ouvert ou semi-fermé	• Installation peu compacte : 2000 à 8000 tonnes/hectare • Difficultés potentielles de localisation	• Contrôle limité sur l'émission d'odeurs • Aucun captage et traitement de l'air	• Bonne performance d'enlèvement des corps étrangers	• Utilisation faible d'énergie
	Système fermé	• Installation compacte : 10 000 à 15 000 tonnes/hectare • Aménagement possible près des centres urbains	• Niveau élevé de contrôle sur l'émission d'odeurs • Captage et traitement de l'air		• Utilisation moyenne d'énergie
DIGESTION ANAÉROBIE	Procédé sec	• Installation très compacte : 20 000 à 40 000 tonnes/hectare • Aménagement possible près des centres urbains	• Niveau optimal de contrôle sur l'émission d'odeurs (supérieur au compostage fermé) • Captage et traitement de l'air	• Bonne performance d'enlèvement des corps étrangers	• Production nette d'énergie (biogaz)
	Procédé humide			• Efficacité accrue d'enlèvement des corps étrangers tranchants (verre, métal) et légers (plastique)	

Le tableau 2.2 regroupe les principales considérations à la base des technologies privilégiées et de l'élaboration des scénarios d'agencement des installations de traitement projetées sur le territoire montréalais. Lors de l'élaboration du projet de PDGMR, les scénarios ont été élaborés dans une perspective d'autonomie régionale pour le traitement des matières organiques.

Tableau 2.2 Principales considérations à la base des technologies privilégiées et de l'élaboration des scénarios d'agencement des infrastructures sur le territoire montréalais en 2006

	CONSIDÉRATIONS FAVORISANT UNE TECHNOLOGIE
Type de matières organiques	Les **résidus verts** sont produits d'avril à novembre seulement. Leurs quantités varient beaucoup durant la saison de collecte, augmentant considérablement les coûts de traitement en système fermé (compostage ou digestion anaérobie) et exigeant beaucoup de flexibilité d'opération. Pour cette raison, et parce qu'il est plus facile de traiter ces matières sur aire ouverte comparativement aux résidus alimentaires (n'attirant pas les oiseaux et la vermine, moins de potentiel d'odeur, etc.), les technologies de compostage sur aire ouverte sont à privilégier dans la mesure où les sites le permettent. Les **résidus alimentaires** contiennent des quantités importantes de sels solubles qui peuvent nuire à la qualité des composts. De ce point de vue, la digestion (procédés humides/liquides) anaérobie ou aérobie est avantagée à cause de l'entraînement des sels dans l'effluent à traiter. Les résidus alimentaires contiennent habituellement plus de matières indésirables que les résidus verts (objets de plastique, métal, verre) ce qui présente une difficulté d'enlèvement, surtout s'ils sont collectés en sacs de plastique. De ce point de vue, les procédés humides de digestion sont plus efficaces que les procédés de compostage et que les procédés secs de digestion anaérobie. Les procédés humides de digestion anaérobie favorisent l'obtention d'une meilleure qualité de compost en termes de teneur en corps étrangers (enlèvement supérieur des plastiques et du verre), un critère de qualité important pour les composts.
Capacité de traitement	Les coûts d'investissement requis pour le traitement des matières organiques diminuent avec l'augmentation de la capacité de traitement, surtout pour les procédés de digestion anaérobie. Pour des capacités de plus de 50 000 tonnes/an, on rapporte des coûts d'investissement de l'ordre de 400 à 700 $/tonne traitée pour un centre de digestion anaérobie, soit un niveau un peu supérieur ou comparable à celui du compostage en système fermé. Par contre, les coûts d'investissement pour un centre de digestion anaérobie peuvent atteindre plus de 700 $/tonne traitée, soit nettement plus que pour le compostage fermé, pour des capacités de traitement inférieures à environ 30 000 tonnes/an (MWIN et RCA, 2006; FCM, 2004).
Localisation	La localisation est un paramètre déterminant qui sert à définir le niveau de contrôle des odeurs que la technologie doit atteindre. Tous les sites potentiels identifiés sont situés à au moins 500 mètres des plus proches habitations, commerces ou lieux publics. Pour le traitement des résidus alimentaires, le compostage en modules fermés (conteneurs, tunnels) semble permettre un niveau optimal de contrôle des odeurs parmi les technologies disponibles. En revanche, la digestion anaérobie est nettement avantagée sur le compostage, durant les premières étapes de traitement, à cause de l'étanchéité plus grande de l'ensemble des équipements, nécessaire pour le captage du biogaz. Dans le cas de la digestion anaérobie, la localisation doit également permettre l'utilisation du biogaz (sous une forme ou une autre) afin de bénéficier des revenus possibles de la vente de l'énergie et des autres avantages environnementaux liés à cette technologie (réduction des GES).

2.2 Agencement des infrastructures au projet de PDGMR 2008-2012

Plusieurs scénarios d'agencement d'infrastructures de compostage (en système fermé ou semi-fermé) et de digestion anaérobie ont été élaborés sur la base des considérations liées à la collecte des matières organiques et aux marchés potentiels pour le compost produit, et ce, à partir des technologiques jugées les plus intéressantes dans le contexte montréalais. Ces divers scénarios sont décrits en détail dans les études menées par SOLINOV (2006 et 2007), ayant permis l'élaboration des scénarios technologiques. L'outil d'aide à la décision élaboré par le CIRAIG a ensuite permis de comparer ces divers scénarios et d'identifier les plus avantageux, dans une perspective d'autonomie complète et considérant une autonomie partielle.

La figure 2.1 illustre l'agencement de base dans une perspective d'autonomie complète, tel que retenu par l'agglomération de Montréal dans son projet de PDGMR 2008-2012 à la suite de cette analyse de cycle de vie simplifiée réalisée par le CIRAIG (2007). Au total, cinq infrastructures de traitement ont donc été prévues pour le traitement des 200 000 tonnes par année de matières organiques pouvant être récupérées dans le secteur résidentiel, selon les estimations de 2006. La possibilité de combiner deux infrastructures de digestion anaérobie et de compostage dans l'est a également été considérée advenant que le terrain finalement retenu le permettait (superficie, etc.).

Il est à noter que l'objectif d'autonomie complète à la base du projet de PDGMR, et présenté à la figure 2.1, a du être légèrement révisé en 2008 suite à l'adoption par le MDDEP de nouvelles lignes directrices sur l'implantation de lieux de compostage (voir section 5.1). Les concepts d'infrastructures retenus au terme de la présente étude sont décrits aux sections 5.3 à 5.5.

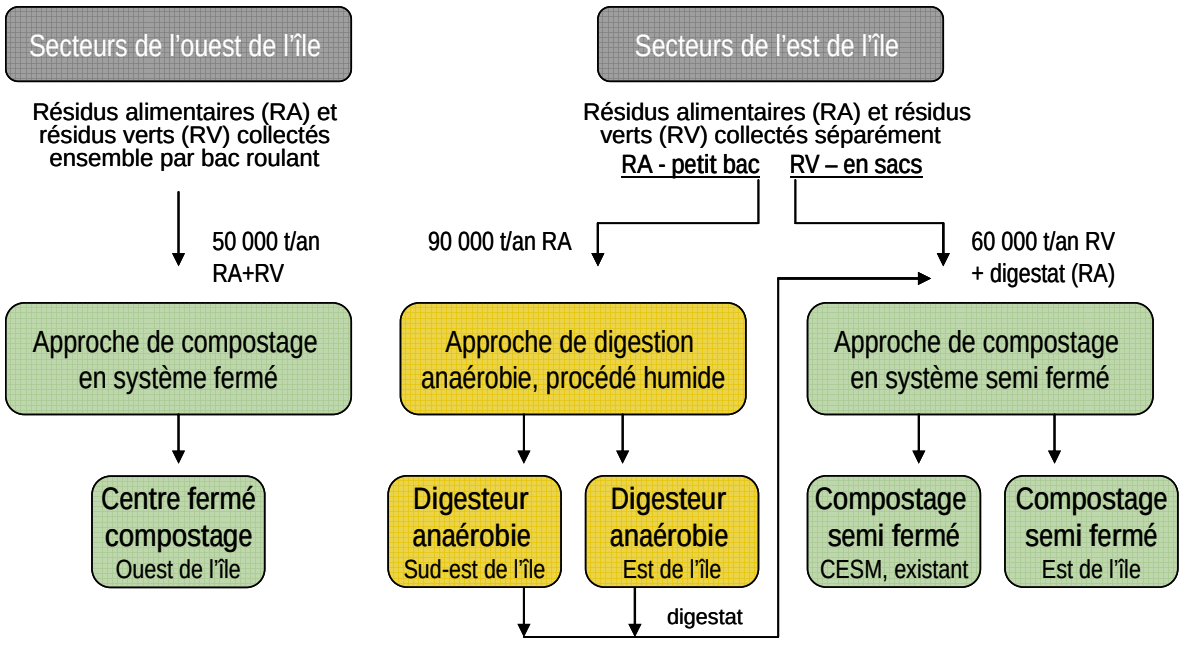


Figure 2.1 Agencement de base des installations de traitement des matières organiques requises pour Montréal, dans une perspective d'autonomie complète et en fonction des modes de collecte et des technologies privilégiés au projet de PDGMR

2.3 Démarche participative par la mobilisation des acteurs

La mobilisation des acteurs est une préoccupation qui est demeurée une priorité sur le plan de la gestion des matières résiduelles à Montréal au cours des dix-sept dernières années. Les orientations, les scénarios et les modes de gestion des matières résiduelles ont été débattus à travers sept consultations publiques incluant celle sur le projet de PDGMR de l'agglomération de Montréal 2008-2012.

Le projet de PDGMR

L'agglomération de Montréal a proposé, au mois de mars 2008, le projet de Plan directeur de gestion des matières résiduelles de l'agglomération de Montréal 2008 – 2012 (PDGMR) sous le thème «réduire pour grandir ». Le projet de PDGMR est le résultat d'une démarche inclusive et participative. Il révèle les grandes orientations de l'agglomération en matière de gestion des matières résiduelles, propose 49 actions axées sur l'augmentation de la récupération et de la mise en valeur de ces matières et répond aux obligations de l'agglomération par rapport aux exigences de la CMM dont le plan de gestion des matières résiduelles est entré en vigueur en août 2006.

L'agglomération s'est donnée une méthodologie en six étapes pour permettre l'intégration de la réalité actuelle de la gestion des matières résiduelles jusqu'aux technologies disponibles, sans oublier les aspects financiers et les préoccupations de la communauté. Voici les six étapes :

- dresser le portrait de la gestion des matières résiduelles,
- inventorier les choix technologiques et logistiques,
- élaborer les options de gestion,
- créer un outil d'aide à la décision[1] s'inspirant de l'analyse du cycle de vie,
- recueillir les données relatives aux options de gestion,
- évaluer les options, les combiner en scénarios et identifier le scénario le plus performant.

La consultation – phase I

La phase I de la consultation a débuté au mois de janvier 2006, dès le début de la démarche d'élaboration du projet de PDGMR de l'agglomération. Cette démarche de consultation a été assurée par la Commission de consultation de Montréal[2]. Elle illustre la volonté de la Ville de poursuivre son engagement vers un développement durable. Elle permet aussi aux partenaires (comité technique[3] et partenaires externes[4]) de se prononcer sur les mesures proposées et d'enrichir le projet pour que la Ville puisse s'acquitter de ses obligations en regard de l'environnement et du traitement des matières résiduelles.

[1] L'outil d'aide à la décision a été préparé par le groupe de chercheurs de l'École polytechnique, le CIRAIG (*Centre interuniversitaire de référence sur l'analyse, l'interprétation et la gestion du cycle de vie des produits*). Il se présente sous la forme d'une grille d'analyse de cycle de vie (ACV). Tous les scénarios du projet de PDGMR ont été soumis à cette grille.

[2] La Commission a assuré la consultation sur l'élaboration du projet de PDGMR durant laquelle les scénarios de gestion ont été discutés et évalués avec les représentants des différents secteurs d'activités de la société montréalaise.

[3] Les représentants d'arrondissements et de villes liées ont été associés à l'une ou l'autre des étapes d'élaboration du plan. Les représentants du Comité technique ont un rôle semblable à celui des consultants externes. Ils apportent l'expertise d'arrondissement en matière de gestion des matières résiduelles.

[4] Plus d'une cinquantaine d'organismes actifs des milieux environnemental, social, technique et économique ont participé aux travaux. Ce comité de partenaires externes a un rôle de recommandation.

Les rencontres se sont tenues à des moments stratégiques de la démarche d'élaboration du projet de PDGMR et ont notamment impliqué des consultants[1]. La dernière rencontre des partenaires s'est tenue au mois d'avril 2008, lors du lancement du projet de PDGMR.

La consultation – phase II

La phase II de la consultation a été assurée par la Commission permanente du conseil d'agglomération sur l'environnement, le transport et les infrastructures[2] et a débuté le 15 mai 2008 par une invitation à une assemblée publique ouverte à toute la population. La Commission souhaitait connaître les points de vue et entendre les commentaires des personnes et des organismes sur les mesures et les infrastructures proposées, afin d'assurer l'implantation optimale du PDGRM et donner aux actions de l'agglomération les meilleures orientations possibles.

La Commission a reçu les commentaires des citoyens et organismes durant trois jours de séances publiques[3] qui se sont tenues entre le 9 et le 12 juin 2008. Les participants à cet exercice de consultation provenaient de différentes sphères d'activités, notamment des groupes d'action environnementale, du milieu de l'enseignement, des municipalités, et des entreprises du secteur environnemental.

Après avoir entendu et analysé les commentaires et les propositions du public, la Commission a adopté ses recommandations à l'occasion d'une assemblée publique tenue le 21 octobre 2008. Ces recommandations ont été adressées au conseil d'agglomération afin d'orienter et d'enrichir la proposition montréalaise sur la gestion des matières résiduelles.

La consultation a permis de mettre en lumière l'importance d'agir en amont de la production des matières résiduelles. Les mémoires et les recommandations issus de cet exercice et le projet de PDGMR sont disponibles pour consultation sur le site Internet de la Ville de Montréal à l'adresse suivante : http://ville.montreal.qc.ca/portal/page?_pageid=916,18055962&_dad=portal&_schema=PORTAL.

[1] Les consultants ont été choisis pour leur compétence et pour aider la Division de la gestion des matières résiduelles dans cette démarche. Les résultats et conclusions de chacune des études des consultants ont été présentés au Comité technique par les porteurs de dossier de la Division.

[2] La Commission a tenu la consultation sur le projet de PDGMR. La consultation a débuté par une assemblée publique. Une invitation a ensuite été lancée aux représentants d'organismes susceptibles d'être intéressés par le sujet à venir présenter des mémoires et commentaires.

[3] Plus de 240 personnes se sont présentées à l'une ou l'autre des cinq séances publiques de la commission durant lesquelles une période de question et de commentaires était réservée aux citoyens. Cinquante-six citoyens ou représentants d'organismes sont intervenus lors des séances pour présenter un mémoire ou faire part de leurs commentaires. Au total, trente mémoires écrits ont été portés à l'attention et à l'analyse des membres de la commission.

3.0 Sites potentiels d'implantation

3.1 Contexte de localisation des infrastructures à Montréal

Le scénario privilégié au projet de PDGMR, suite à la réalisation par le CIRAIG d'une analyse de cycle de vie simplifiée, consiste à traiter sur le territoire de l'agglomération de Montréal l'ensemble des matières organiques qui y sont produites. Des emplacements potentiels ont été repérés pour la construction de cinq installations de traitement des matières organiques sur le territoire de l'agglomération. Certains sites appartiennent déjà à l'agglomération, et le zonage en vigueur permet l'installation des infrastructures requises pour concrétiser le scénario d'autonomie complète.

Les matières organiques disponibles et les proportions de résidus alimentaires et de résidus verts produits sur le territoire de l'agglomération sont différentes dans les territoires de l'est et dans ceux de l'ouest. Le scénario privilégié prévoit d'une part que, dans l'est, les résidus alimentaires seront traités dans deux usines de digestion anaérobie tandis que les résidus verts, collectés séparément, seront acheminés vers des centres de compostage en andains (installations semi-fermées). Dans l'ouest, le scénario propose une collecte des résidus verts et des résidus alimentaires ensemble et leur traitement dans un centre de compostage fermé.

L'un des emplacements identifiés est le site existant de compostage de l'agglomération situé au Complexe environnemental Saint-Michel (CESM), qui pourrait être transformé afin de s'intégrer à la vitrine technologique, et ainsi recevoir les résidus verts et, éventuellement, le digestat de la digestion anaérobie. Les autres localisations doivent être précisées et validées, notamment à partir des conditions d'implantation propres aux technologies privilégiées (compostage en système fermé, digestion anaérobie, compostage en système semi-fermé).

L'agencement des technologies de traitement est directement lié au choix des modes de collecte que feront les arrondissements, ainsi qu'aux particularités des emplacements potentiels pour ces infrastructures (superficie disponible, distance séparatrice à respecter, etc.). Or, les modes de collecte n'ont pas été établis d'une façon définitive, et le choix des localisations n'est pas arrêté. Par ailleurs, depuis la réalisation de l'étude de faisabilité des technologies menée par SOLINOV en 2006, le MDDEP a adopté de nouvelles lignes directrices qui favorisent certaines technologies et orientent les démarches d'implantation de nouvelles installations. Les principales exigences de ces nouvelles lignes directrices sont présentées à la section 5.0. Les changements qui sont anticipés quant aux choix technologiques et aux procédés de traitement y sont également discutés.

De plus, l'utilisation du biogaz issu des centres de digestion anaérobie doit être examinée en fonction du contexte de localisation des sites. L'intérêt de la digestion anaérobie est lié à la faisabilité de valoriser le biogaz comme source d'énergie, et cet aspect doit donc être exploré plus en profondeur. L'analyse des possibilités d'utilisation du biogaz fait l'objet de la section 6.2.

3.2 Identification préliminaire des sites en 2006

Lors de l'étude de faisabilité sur les technologies de compostage réalisée par SOLINOV en 2006, des emplacements potentiels ont été identifiés en fonction des technologies retenues. Cependant, il n'a pas été possible d'évaluer les sites potentiels sur l'ensemble du territoire.

L'identification des sites potentiels a été réalisée (SOLINOV, 2006) à partir :

- D'informations transmises par la Ville de Montréal en ce qui a trait aux sites déjà identifiés dans des études antérieures menées pour la Ville de Montréal ou la RIGDIM (avant 2000);
- Des données disponibles sur les sites existants à vocation environnementale sur le territoire, notamment, la station d'épuration des eaux usées, le centre de transbordement de l'est, les lieux d'enfouissement de matériaux secs et de cendres, les autres sites dégradés (carrières).

Les critères ayant été retenus pour l'évaluation des sites potentiels sont les suivants :

- Le respect des critères de localisation du MDDEP (en date de 2006)
- L'accessibilité du site
- La superficie disponible
- L'utilisation actuelle du site
- Les caractéristiques physiques du site
- Le zonage du site
- Le milieu et les activités environnantes
- L'avis des intervenants du milieu

L'évaluation a été réalisée en deux étapes. Un premier niveau d'évaluation consistait à rejeter les sites situés à moins de 500 mètres de résidences ou de zones résidentielles ou mixtes, considérés comme plus à risque au niveau des odeurs. Le MDDEP exigeait en 2006 de respecter une distance de 1 km, mais cette distance pouvait être moindre avec des mesures de protection telle que l'aménagement en bâtiment fermé avec captage et traitement de l'air ou autres.

Dans toutes les situations néanmoins, et tenant compte de la sensibilité en général des populations à l'égard des nuisances d'odeur, il a été considéré qu'une distance minimale de 500 mètres devait séparer le site d'une zone résidentielle existante ou projetée peu importe la technologie retenue. Aussi, l'étude consistait à identifier les sites potentiels les plus intéressants et ayant le plus de chance de succès, considérant une installation de plus de 30 000 tonnes/an. À noter qu'en considérant 500 mètres de distance minimale même pour le compostage semi-fermé des résidus verts, le succès de la cohabitation du lieu de compostage du CESM, situé à moins de 200 mètres des plus proches commerces et habitations, était pris en considération. On y traite en effet près de 15 000 tonnes annuellement de feuilles mortes en andains retournés sans problèmes d'odeurs.

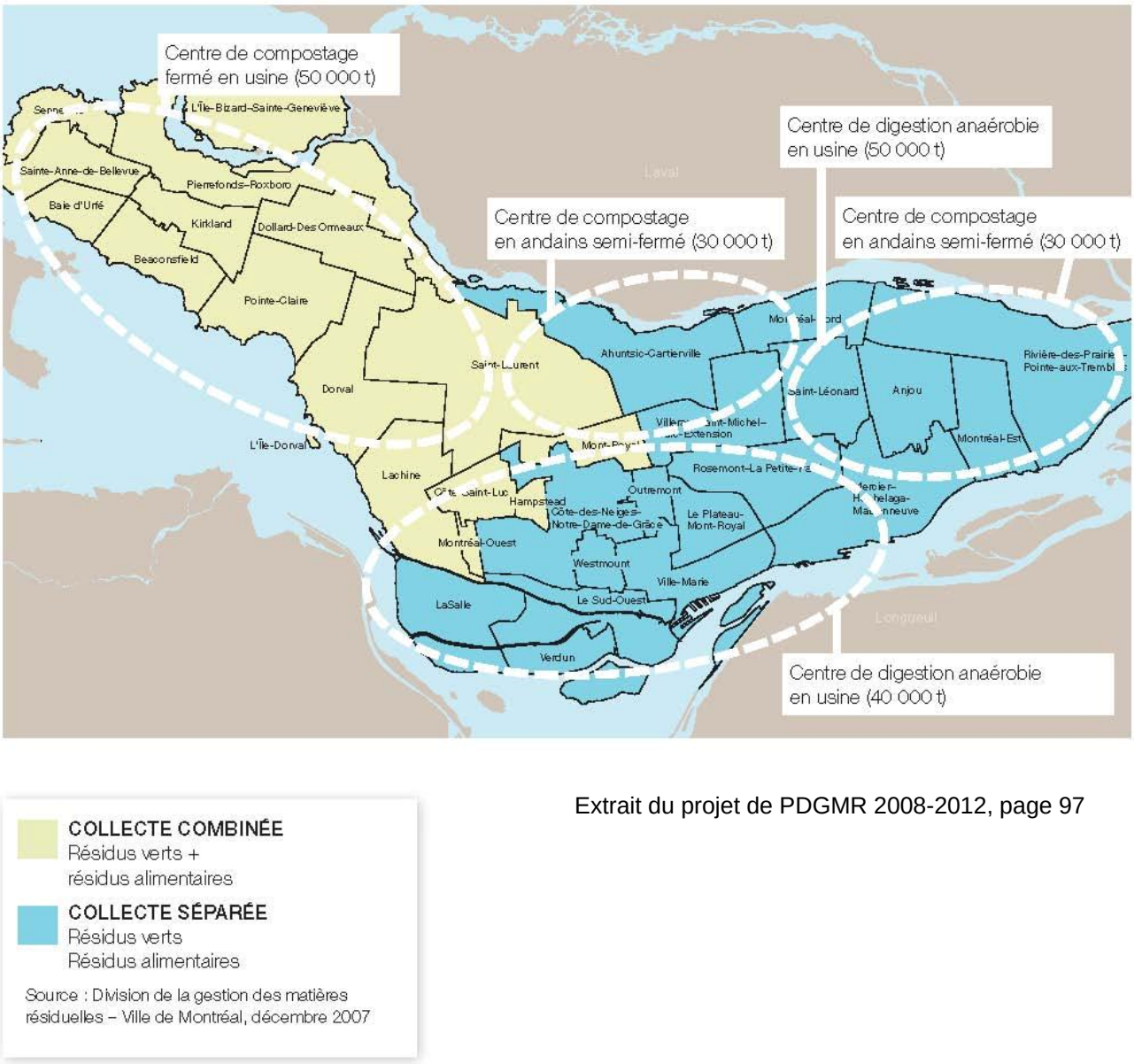
Le deuxième niveau d'évaluation reposait sur le potentiel du site (bon, moyen ou rejeté), sur la base de l'ensemble des critères d'évaluation retenus et mentionnés précédemment. Une liste préliminaire a ainsi été produite et une analyse préliminaire a été effectuée. La liste des sites identifiés ainsi que les résultats de l'analyse sont fournis dans l'étude de SOLINOV (2006).

Cependant, cette liste est demeurée incomplète puisqu'il n'a pas été possible d'obtenir les informations recherchées dans tous les arrondissements. Par ailleurs, certains sites identifiés sont de propriété privée, et leur disponibilité pour le projet n'a pas pu être confirmée en 2006. De plus, certains intervenants des arrondissements rencontrés, lorsque cela a été possible, ont manifesté de l'appréhension face à l'implantation d'une telle infrastructure sur leur territoire à cause des nuisances potentielles liées aux odeurs et à la circulation. D'autres intervenants ont souligné le manque d'information concernant ce type de projet et les conditions de localisation requises pour leur implantation. Ils ont également insisté sur l'importance de bien informer les communautés

hôtesses des enjeux du projet et des implications possibles de situer ces installations dans l'un ou l'autre des secteurs visés du territoire.

La figure 10 de la page 97 du projet de PDGMR 2008-2012 de l'agglomération de Montréal, montrée ci-après, présente les secteurs de localisation potentielle des futures infrastructures de traitement des matières organiques de l'agglomération. Cette localisation a été proposée en fonction de emplacements identifiés de manière préliminaire en 2006 sur le territoire montréalais. Elle sera validée suite à une démarche plus exhaustive de sélection des emplacements définitifs. La stratégie privilégiée pour le choix des localisations fait l'objet de la section suivante.

LOCALISATION POTENTIELLE DES FUTURES INFRASTRUCTURES
DE GESTION DES MATIÈRES ORGANIQUES DE L'AGGLOMÉRATION



Extrait du projet de PDGMR 2008-2012, page 97

3.3 Stratégie privilégiée pour le choix des localisations

La stratégie privilégiée par l'agglomération de Montréal consiste dans un premier temps à mobiliser les acteurs politiques face au défi que représente le choix des localisations pour le scénario d'implantation des infrastructures de traitement sur le territoire montréalais dans une perspective d'autonomie régionale ou partielle.

La méthodologie retenue en 2008 consiste à présenter, aux responsables techniques et politiques des territoires de l'agglomération, des exemples représentatifs d'infrastructures de traitement des matières organiques projetées au PDGMR. Ces exemples seront présentés sous forme de fiches concepts comprenant, pour chaque type d'installation visée, une description sommaire du procédé de traitement, de la technologie privilégiée et des caractéristiques recherchées pour la localisation. Chacune des fiches inclut également une illustration de l'aménagement typique des infrastructures et des équipements requis. Ces fiches sont inspirées de modèles existants de centres de traitement de matières organiques réalisés avec succès par des municipalités canadiennes (compostage et digestion anaérobie) et européennes (digestion anaérobie).

Lorsque des sites potentiels auront été identifiés par les responsables techniques et politiques de l'agglomération, une analyse comparative plus exhaustive pourra être effectuée afin d'identifier les meilleurs emplacements. Une démarche de consultation publique pourra par la suite être entreprise afin de concrétiser le choix final des localisations.

Les modèles d'installations canadiennes et européennes pertinentes au projet d'infrastructures de traitement des matières organiques sont présentés à la section 4.0 qui suit. Une revue des expériences municipales jugées pertinentes au projet de l'agglomération de Montréal a été réalisée afin de constituer ces modèles pouvant servir de référence.

Les concepts préliminaires des trois types d'installation projetée et les fiches concepts correspondantes préparées dans le but de finaliser le choix des localisations sont présentés au chapitre 5.0.

4.0 Revue des expériences municipales pertinentes

4.1 Fiches techniques des installations jugées les plus pertinentes

Une revue de quelques installations de traitement des matières organiques d'origine municipale a été réalisée pour l'agglomération de Montréal afin de servir d'exemple ou de modèle aux divers intervenants appelés à participer au processus de planification des infrastructures sur son territoire. Une liste des installations pertinentes a été dressée en fonction des technologies retenues et de l'agencement des infrastructures dans le scénario privilégié au projet de PDGMR.

Les critères de choix des installations étaient la technologie (compostage fermé et digestion anaérobie humide), la taille de l'exploitation (près de 40 000 tonnes/an), le contexte urbain de localisation, le caractère récent du projet, le mode de collecte et le type d'intrant (RA ou RA+RV). La recherche a d'abord été concentrée au Canada, plus spécifiquement en Ontario, à cause de la pertinence du contexte. Elle a été étendue à l'Europe pour la technologie de digestion anaérobie compte tenu qu'il n'existe qu'un seul exemple canadien, soit à Toronto. Le choix des installations a été fait en collaboration avec le chargé de projet de la Ville de Montréal.

Pour les technologies de compostage en système fermé, les installations de la Ville de Hamilton, de la Région de Peel et de la Ville d'Ottawa ont été revues. Pour les technologies de digestion anaérobie (procédé humide retenu au scénario privilégié), l'installation de la Ville de Toronto est la seule pouvant servir de modèle en Amérique du Nord. En plus de cette usine, trois installations européennes ont été retenues pour documentation, soit celles de la Ville de Vienne (Autriche), de la Ville de Boden (Allemagne), de la Région de Vasteras (Suède) et de la Communauté métropolitaine de Lille (France). L'installation de Lille a été retenue à cause du procédé de conversion du biogaz utilisé et parce qu'il s'agit d'une installation très récente, malgré qu'il s'agisse d'un procédé sec de digestion anaérobie.

Finalement, l'ensemble du programme de la Ville de Toronto a été étudié puisque deux nouvelles installations de digestion anaérobie sont projetées sur le territoire de la Ville d'ici 2012, et la démarche de Toronto est particulièrement pertinente pour l'agglomération de Montréal considérant les contextes d'implantation similaires.

Les fiches descriptives préparées pour chacune de ces installations sont fournies à l'annexe A. Elles regroupent, sous forme de tableaux, les informations recueillies concernant :

- Le nom, la description, la capacité de traitement et l'illustration de l'installation;
- Les municipalités et le nombre d'unités d'occupation desservies;
- La nature des intrants et le mode de collecte utilisé;
- La localisation et la superficie du centre;
- L'année de construction et le contexte de localisation;
- La technologie utilisée, le procédé et les étapes de traitement;
- Le compost produit (qualité et quantité), le mode de gestion et les débouchés et revenus;
- Le biogaz produit (digestion anaérobie), les utilisations et revenus associés;
- Les coûts de construction et d'opération, les frais de service exigés;
- Les principaux partenaires, le mode de gestion, la démarche et l'échéancier de réalisation;
- L'historique de l'implantation, les problèmes rencontrés et solutions mises en place.

4.2 Sommaire des données de coûts recueillies

La revue des expériences municipales d'implantation d'installations de compostage et de digestion anaérobie avait notamment pour objectif de définir les marges de coûts auxquelles l'agglomération de Montréal peut s'attendre pour la construction et l'opération de telles installations à partir de réalisations concrètes. Elle permet également l'analyse des principaux facteurs influençant ces coûts.

Le tableau 4.1 compare les informations recueillies concernant les coûts des installations présentées aux fiches descriptives fournies à l'annexe A. Seules les installations existantes ou celles projetées dont les coûts sont connus ont été regroupées au tableau 4.1.

Tableau 4.1 Caractéristiques technico-économiques des installations étudiées

	Capacité (tonnes/an)	**Particularités du procédé complet**	**Coûts**	
			Construction	Coût de revient à la tonne (1)
Hamilton (2005-2006)	60 000	• Compostage fermé pour 14 à 20 jours en tunnels (16 tunnels) • Affinage et maturation en bâtiment fermé pour 30 jours sur place	**30,7 M$**	**± 70 $/tonne** (29 M$/15 ans pour l'opération)
Peel (2005-2006)	60 000	• Compostage fermé pour 10 jours en tunnels (6 tunnels) • Maturation en andains extérieurs, aérés et abrités (toiles Gore), sur un autre site	**9,9 M$** (compostage) **8,3 M$** (maturation)	**± 59 $/tonne** (tarif exigé de 60 à 80 $/t selon la contamination)
Ottawa (2009)	100 000 (2)	• Compostage fermé pour 12 à 14 jours en tunnels • Affinage et maturation sur place en andains extérieurs	**20 M$**	**93$/tonne** (entente avec Ottawa pour 80 000 t/an)

Notes : voir informations détaillées et références aux fiches de l'annexe A

1) Inclut les coûts d'immobilisation et d'opération, prix à la tonne convenu avec les municipalités desservies ou autre client de l'exploitant (municipal ou privé).
2) Capacité initiale, dont 80 000 t/an provenant d'Ottawa. Autorisation pour une expansion à 150 000 tonnes/an.

Tableau 4.1 Caractéristiques technico-économiques des installations étudiées (suite)

	Capacité (tonnes/an)	Particularités du procédé complet	Coûts	
			Construction	Coût de revient à la tonne (1)
Toronto (2011-2012)	55 000 (2)	• Digestion anaérobie des résidus alimentaires via un procédé humide mésophile de 17 jours • Post-compostage du digestat (aire ouverte) sur d'autres sites privés • Conversion du biogaz en énergie électrique	**69 M$** - pour deux installations - estimation en 2006	**± 145 $/tonne** (estimation)
Boden (1998)	43 000	• Collecte séparée des résidus verts et des résidus alimentaires et compostage des résidus verts sur un autre site • Digestion anaérobie de résidus alimentaires via un procédé humide mésophile (+hygiénisation) de 14 à 16 jours • Aucun post-compostage du digestat; entreposage et épandage agricole • Transformation du biogaz brut en chaleur et en électricité (co-génération)	**12 M€** Équivaut à 18,7 M$ CAN en 2008	n.d.
Vienne (2007)	17 000 (3)	• Digestion anaérobie des matières organiques via un procédé humide mésophile (+hygiénisation) de 20 jours • Post-compostage du digestat au site de compostage (andains) des résidus verts • Combustion du biogaz brut (chaleur)	n.d.	n.d.
Västerås (2005)	23 000	• Digestion anaérobie des matières organiques via un procédé humide mésophile (+hygiénisation) de 25 jours • Aucun post-compostage du digestat; épandage direct en agriculture • Conversion du biogaz en biocarburant	**16,9 M€** Équivaut à 26,4 M$ CAN en 2008	**54 €/tonne** Équivaut à 84$ CAN/tonne en 2008
Lille (2007)	108 000	• Collecte séparée des résidus verts et des résidus alimentaires • Digestion anaérobie des résidus alimentaires via un procédé sec thermophile (21 à 23 jours) • Compostage fermé du digestat et des résidus verts en tunnels (20 jours) suivi d'une maturation en andains retournés en bâtiment fermé (21 jours) • Conversion du biogaz en biocarburant	**54 M€** Équivaut à 84 M$ CAN en 2008	**63 €/tonne** Équivaut à 98 $ CAN/tonne en 2008

Notes : n.d. : non disponible (voir informations détaillées et références aux fiches de l'annexe A)

1) Inclut les coûts d'immobilisation et d'opération, prix à la tonne convenu avec les municipalités desservies ou autre client de l'exploitant (municipal ou privé).
2) Deux installations de 55 000 tonnes/an chacune sont prévues par la Ville de Toronto pour 2011 et 2012.
3) Capacité initiale de 17 000 tonnes/an (Phase 1); possibilité d'expansion à 34 000 tonnes/an (Phase 2).

La préparation des fiches descriptives et l'analyse des informations transmises par les municipalités contactées ont permis de faire ressortir des éléments importants quant aux facteurs techniques ayant une influence sur les coûts de traitement par compostage. Les faits saillants de cette analyse sont les suivants :

1. La transformation des matières organiques en compost peut se faire complètement ou partiellement au centre de compostage fermé doté d'une système de captage et de traitement de l'air. Le temps de rétention influence l'envergure, les composantes techniques et les coûts de l'installation. Par exemple, on peut confiner seulement la première étape de compostage dans un système fermé, soit celle qui est la plus exigeante pour le contrôle des odeurs et la manutention des matières (mécanisation).

2. Le choix du temps de rétention dépend entre autres de la disponibilité ou non d'un autre emplacement, comme c'est le cas dans certaines municipalités, où un site de compostage sur aire ouverte reçoit les pointes de résidus verts qui sont alors compostés à moindre coût qu'en usine fermée. Si un tel site existe, il peut être avantageux de planifier l'infrastructure fermée en conséquence de manière à limiter son envergure et les coûts de traitement en système fermé.

3. Le concept général des installations de compostage de la Région de Peel illustre bien l'avantage d'un agencement judicieux des technologies et des sites de traitement. Les matières organiques sont d'abord reçues dans deux usines fermées pour un compostage en tunnels pendant 10 jours (l'une construite en 1995 accueillant 12 000 tonnes/an et la plus récente de 60 000 tonnes/an). Elles sont ensuite transportées, pour l'étape de maturation et d'affinage, vers un site de compostage sur aire ouverte avec andains retournés et aérés recouverts d'une membrane imperméable à l'eau, mais perméable aux gaz. Cet agencement permet des économies au niveau des infrastructures fermées surtout lorsque le site sur aire ouverte reçoit également les pointes de résidus verts, ce qui évite une capacité de réserve à l'installation fermée pour les pointes saisonnières.

   Un concept semblable existe également dans la Région de Durham (Ontario). Les résidus alimentaires seulement, issus d'une co-collecte, sont reçus et compostés durant un mois dans une installation fermée située en zone industrielle (Miller Composting à Pickering). Le compost jeune issu de ce traitement intensif est ensuite acheminé au deuxième site de compostage de l'entreprise recevant également des résidus verts, en vue de sa maturation en andains sur aire ouverte et de son affinage final.

4. Les exigences techniques, notamment la sophistication et la durée de vie des infrastructures et des équipements du centre de traitement (niveau d'automatisation, mode d'alimentation, etc.), influencent le coût de construction et le coût d'opération. Les paramètres techniques de base sont habituellement établis par la municipalité dans le cadre du processus d'appel de propositions. Ils peuvent également être précisés avec l'exploitant privé, le cas échéant, lors du processus de négociation menant à l'entente de financement à long terme pour la construction et l'opération de l'installation. Les modalités techniques sont ensuite prises en compte pour l'élaboration finale des plans et devis par le promoteur retenu pour la conception, la construction et, lorsque applicable, l'opération du centre de traitement.

5. Selon les informations recueillies auprès des municipalités contactées, la collecte des résidus alimentaires en sacs de plastique augmente le niveau d'odeur au centre de compostage fermé et la quantité de rejets à éliminer. Les sacs de plastique ordinaire (polyéthylène) seraient plus problématiques (odeurs et corps étrangers) que les sacs en plastique compostables et ces derniers, plus problématiques que les sacs de papier pour les résidus alimentaires (communications personnelles, P. Parker, Ville de Hamilton, 2008, et P. Della Bianca, Région de Peel, 2008). Ainsi, il faut s'attendre à un coût de traitement par compostage plus élevé pour des résidus reçus en sacs de plastique, en particulier s'il s'agit de plastique ordinaire (polyéthylène). Il est difficile d'obtenir des données à ce sujet, mais il semble qu'un surcoût de 15 à 20 $ par tonne pour des matières organiques en sacs de plastique ordinaire soit à prévoir (communication personnelle, W. Janssens, Orgaworld, 2008).

Par ailleurs, pour l'ensemble des infrastructures de traitement des matières organiques, et ce, peu importe la technologie utilisée, les exigences relativement au contrôle des émissions d'odeurs ont une influence importante sur les coûts des projets selon les informations recueillies. En Ontario, le ministère de l'Environnement exige le respect d'un seuil d'odeur de 1 unité d'odeur à la limite de la propriété du centre de traitement. Des équipements de traitement très performants sont d'une part nécessaires, et le niveau d'engagement requis par la municipalité quant au respect de ce critère durant l'opération aurait un impact sur les coûts de même que sur le niveau de risque de nuisances d'odeurs d'une telle installation. La gestion des risques (nuisances et défaillances techniques) mérite une attention particulière durant la phase de planification d'une infrastructure de traitement des matières organiques (Chamberland, 2008).

4.3 Modèles de gestion dans les expériences municipales revues

Options disponibles et principaux avantages et inconvénients

Plusieurs modèles de gestion existent entre un tout public et un tout privé. Le partenariat public - privé peut prendre plusieurs formes, mais repose souvent sur la propriété publique du terrain et/ou des infrastructures et sur l'exploitation et l'entretien du centre de traitement (compostage ou digestion anaérobie) par une entreprise privée ou un consortium d'entreprises spécialisées dans ce domaine. Le partage des risques avec l'entreprise privée et l'expertise de cette dernière dans l'opération de telles infrastructures, relativement nouvelles, et dans la mise en marché des composts sont parmi les avantages d'un partenariat public - privé.

Les partenariats peuvent prendre plusieurs formes, couvrant une gamme très étendue d'ententes contractuelles entre les parties impliquées dans le projet. Les partenariats se distinguent par le niveau de responsabilité et de droits conférés aux partenaires d'un projet, à court, moyen ou long terme. Il existe donc plusieurs variantes de partage des risques au niveau des aspects suivants :

- Construction des infrastructures;
- Financement du projet;
- Propriété des actifs;
- Exploitation de l'installation;
- Maintenance des équipements et des infrastructures;
- Commercialisation du compost et des produits énergétiques, le cas échéant (biogaz, électricité, biobarburants, biométhane, vapeur, chaleur, ou autre).

L'analyse des expériences municipales pertinentes avait également pour objectif de documenter les avantages et inconvénients des divers modes de gestion utilisés en pratique pour ce type de projet. Les modèles de gestion peuvent varier selon les objectifs établis pour le projet et la problématique locale. Ces derniers étant toujours à définir, l'identification préliminaire des principaux avantages et inconvénients a donc été basée sur les objectifs suivants :

- Minimiser les coûts de revient à la tonne pour la construction et l'opération;
- Limiter les risques techniques et financiers pour l'agglomération;
- Maximiser le contrôle des nuisances potentielles, en particulier des odeurs;
- Maximiser les revenus potentiels pour la vente du compost et autres produits;
- Favoriser l'acceptabilité sociale de la filière de compostage;
- Optimiser les retombées économiques et sociales pour l'agglomération.

Le tableau 4.2 regroupe, pour chacune des grandes catégories de modèles de gestion, les principaux avantages et inconvénients d'après les informations provenant des expériences municipales canadiennes. Il est à noter que les points forts et les points faibles des diverses options de gestion peuvent être perçus différemment selon les besoins et le contexte propre à un projet. Une étude au cas par cas est nécessaire.

Tableau 4.2 Principaux avantages et inconvénients des grands types de modèles de gestion publique et privée applicables à une installation de traitement des matières organiques

Modes de gestion	AVANTAGES	INCONVÉNIENTS
Tout public Infrastructures municipales opérées par les services municipaux Propriété : Publique Opération : Publique	• Coût du capital minimisé par des taux d'intérêt plus faibles que le privé, mais possiblement des coûts d'opération plus élevés; • Bonne opinion du milieu; • Contrôle complet des opérations et de l'orientation du projet; • Potentiel élevé d'admissibilité à des programmes de subventions.	• Ressources humaines, infrastructures et équipements spécialisés nécessaires; • Moins d'expertise a priori pour ce type d'exploitation et la mise en marché du compost d'où le risque; • Moins de flexibilité d'exploitation (ex.: syndicats, jours fériés, heures supplémentaires); • Moins d'effet de concurrence et de retombées positives sur les coûts.
Contrat de gestion Infrastructures municipales opérées par une entreprise privée Propriété : Publique Opération : Privée	• Coût du capital minimisé par des taux d'intérêt plus faibles que le privé; • Bonne opinion du milieu; • Contrôle et suivi serrés sur les plans technique et économique par l'application de devis et contrats d'opération bien définis; • Mode de gestion existant et éprouvé (ex : traitement des eaux usées municipales); • Expertise existante déjà fonctionnelle et efficace (ex : ON) tant pour l'opération que pour la commercialisation du compost; • Potentiel élevé d'admissibilité à des programmes de subventions.	• Retombées sociales locales possiblement plus faibles (emplois ou autres); • Nécessite un contrat / protocole d'entente étoffé pour la gestion des risques et l'imputabilité en cas de problèmes (usure prématurée, défaillances et nuisances); • Délai d'implantation possiblement plus long à cause du processus de sélection et de négociation des ententes à long terme.
Tout privé Infrastructures privées opérées par une entreprise privée Propriété : Privée Opération : Privée	• Cadre contractuel relativement simple car peu de responsabilités assumées par la municipalité; • Opinion partagée du milieu relativement aux performances environnementales et la gestion des risques (odeurs, défaillances); • Expertise existante notamment pour commercialiser les produits; • La Ville assume le minimum de risques associés à ces projets, notamment au niveau financier.	• Coût de financement plus élevé que le milieu municipal et coûts possiblement plus élevés à cause du risque assumé par le privé; • Moins de contrôle sur les risques de nuisances, la performance environnementale et technique; • Possiblement moins de retombées sociales locales qu'avec tous les autres modèles; • Potentiel plus faible d'admissibilité à des programmes de subvention; • Flexibilité à long terme réduite du fait de la propriété privée de l'installation.

Modes de gestion dans les expériences municipales canadiennes étudiées

L'échéancier de réalisation d'un projet d'infrastructure est également très variable, au cas par cas. À titre indicatif, le tableau 4.3 présente, pour chacune des expériences canadiennes étudiées, le processus d'implantation et les délais applicables aux diverses étapes de planification. On y présente le mode de gestion retenu, la démarche de mise en oeuvre, de même que les coûts et l'échéancier de réalisation correspondant.

Dans tous les cas, ce sont des organisations municipales, Ville ou municipalités régionales qui ont coordonné la démarche de mise en œuvre, laquelle inclut, de façon générale, un appel de qualification (manifestation d'intérêt) suivi d'un appel de propositions en vue de la construction du projet d'infrastructure, même lorsqu'il s'agit d'une installation privée (ex : Ottawa). Certaines infrastructures sont entièrement dédiées à desservir l'organisation municipale l'ayant fait construire pour ses besoins (ex : Toronto et Peel) alors que d'autres ont une capacité excédentaire leur permettant de desservir des municipalités voisines (ex : Hamilton et Ottawa).

L'analyse des divers programmes d'implantation de ces infrastructures municipales permet de dégager les éléments suivants, particulièrement d'intérêt pour la planification d'un tel projet :

- Le choix du mode de gestion dépend de plusieurs paramètres et du contexte propre à l'autorité municipale initiant un tel projet. Cette dernière peut choisir dès le départ le modèle de gestion qu'elle préconise, puis retenir le promoteur intéressé à s'y associer (au minimum pour la conception et la construction). Cependant, il semble avantageux de conserver une certaine souplesse à ce niveau durant le processus de présélection (l'appel de qualification) de manière à obtenir le meilleur compromis entre les coûts à minimiser, les risques (nuisances, financiers) à limiter et à partager, les contrôles publics qu'on voudra efficaces, les délais de réalisation qu'on souhaite éviter et les retombées régionales à maximiser.
- Lorsque le mode de gestion implique l'entreprise privée, le double appel de qualification et de propositions fait partie du processus de sélection du partenaire privé de la plupart des projets d'infrastructures réalisés à l'invitation municipale. L'appel de qualification permet une présélection des promoteurs qui rencontrent les exigences de base établies pour le projet (technologie, compétence, expérience, capacité financière et mode de gestion, selon le cas). Dans le cadre de l'appel de propositions qui lui succède, il est possible d'apporter des précisions au projet ainsi que d'ajuster les exigences de base, selon l'intérêt exprimé par les promoteurs, notamment au niveau de la formule de gestion et de financement (propriété et exploitation, fourniture du terrain, durée et autres modalités de l'entente de financement à long terme).
- Des délais dans la démarche de planification et des coûts supplémentaires sont à prévoir lorsque la localisation de l'infrastructure n'est pas déterminée de façon définitive au moment de lancer l'appel de propositions. Plusieurs conditions de réalisation d'un tel projet sont en effet étroitement liées aux caractéristiques du site d'implantation. La Ville de Hamilton a vécu cette expérience lorsque l'emplacement initialement projeté a été modifié en cours du processus de planification.

Tableau 4.3 Mode de gestion et échéancier de réalisation des installations de traitement étudiées

	Mode de gestion	Échéancier de mise en oeuvre	Coûts du projet
Installations de compostage en système fermé			
Hamilton 60 000 t/an	Propriété : publique Conception et construction : privée Opération : privée, contrat de 15 ans	2003 : Lancement de l'appel de qualification 2004 : Choix du site, octroi du contrat et approbation du mode de collecte 2005 : Début de la construction, lancement des appels d'offres pour la collecte, achat de bacs et planification des communications 2006 : Campagne de communication, distribution des bacs, ouverture du centre de compostage et début des opérations	Construction : 30,7M$ Coût d'opération : 29 M$/15 ans Coût à la tonne : ± 70 $/tonne (1)
Ottawa 80 000 t/an (2)	Propriété : privée, sur un site privé Conception et construction : privée Opération : privée, contrat de 20 ans	2006 : Lancement de l'appel de qualification 2007 : Appel de propositions lancé en mars puis choix du promoteur et négociation 2008 : Octroi du contrat en mars (20 ans), début de construction en septembre 2010 : Début prévu des opérations et lancement de la collecte à pleine échelle	Construction : 20 M$ Coût à la tonne : ± 93 $/tonne pour 80 000 t d'Ottawa (contrat octroyé)
Peel 60 000 t/an	Propriété : publique Conception et construction : privée Opération : publique	2005 : Lancement de l'appel de propositions et début de la construction ; première phase de la collecte (11 000 logis) 2006 : Ouverture et début des opérations 2007 : Collecte et opération à pleine échelle (285 000 logis)	Construction : 18,2 M$ (3) Coût à la tonne : ± 60 $/tonne (jusqu'à 80$/t)
Installations de digestion anaérobie (procédé humide) projetées à Toronto			
Toronto Deux installations chacune de 55 000 t/an	Propriété : publique Conception et construction : privée Opération : privée possiblement pour les premiers 5 ans et publique ensuite (selon l'appel de qualification, l'appel de propositions étant à venir)	2002-2004 : Implantation progressive de la collecte, démarrage et rodage de l'usine pilote de Dufferin (25 000 t/an) 2005-2006 : Études en vue de l'implantation de nouvelles infrastructures de traitement (choix technologiques, identification et agencement des sites, mode de gestion) 2007 : Consultation publique pour le choix des sites (digestion anaérobie) et lancement de l'appel de qualification pour présélection des technologies de digestion anaérobie 2008 : Lancement de l'appel de propositions pour l'installation de Disco (55 000t/an) 2009 : Lancement de l'appel de propositions pour l'installation de Dufferin (55 000t/an) 2010 : Début prévu des opérations - Disco 2012 : Début prévu des opérations - Dufferin	Construction : Disco : 33 M$ Dufferin : 36 M$ (estimation) Opération : 91 $/tonne (estimation) Coût à la tonne : ± 145 $/tonne (estimation, à préciser à l'octroi du contrat)

Notes : voir informations détaillées et références aux fiches de l'annexe A

(1) Le coût de revient à la tonne inclut les coûts d'immobilisation et d'opération, correspond au tarif à la tonne convenu avec les municipalités desservies ou autre client de l'exploitant (municipal ou privé).

(2) Capacité initiale de 100 000 tonnes/an, dont 80 000 tonnes/an proviendront d'Ottawa.

(3) Pour l'ensemble des installations, soit un centre fermé et un site ouvert pour traiter 60 000 tonnes/an.

Modèle de gestion privilégié par l'agglomération de Montréal

Partant de l'analyse effectuée sur la base des expériences municipales hors Québec, complétée par une consultation auprès de M^{e} Bernard Tremblay de la Ville de Montréal au sujet du contexte montréalais et des procédures administratives applicables au Québec, la Division de la gestion des matières résiduelles privilégie a priori un modèle de gestion qui implique une propriété publique des infrastructures projetées au PDGMR et un contrat de gestion de 10 ans ou plus avec un exploitant privé. La durée du contrat est à valider, mais le processus est plus complexe et sujet à approbation du gouvernement du Québec au-delà de 10 ans.

Les autres formes de partenariat public-privé impliquent l'entreprise privée dans la propriété (SÉM ou PPP au sens de la Loi) et seraient moins avantageuses pour un tel projet dans le contexte montréalais. En effet, au-delà des inconvénients mentionnés au tableau 4.2 (plus importante participation du secteur privé dans la gestion d'un projet d'infrastructures de traitement des matières résiduelles), les précédents créés dans les décisions et arbitrages rendus au sujet du Centre de tri opéré par TIRU à Montréal ne rendent plus possibles les avantages liés au privé notamment au niveau des coûts de la main d'oeuvre. Les entreprises opérant ce type d'installation sont en effet tenues d'offrir les mêmes conditions de travail à leurs employés que celles dont bénéficient les cols bleus de Montréal annulant ainsi les avantages économiques d'une implication privée, à performance équivalente des travailleurs (Ref : M^{e} Bernard Tremblay, Ville de Montréal). Les coûts seraient même possiblement plus élevés dans le privé selon Me Tremblay, à cause des taxes, des profits et des surprimes sur le risque et sur le financement (taux d'intérêt plus élevés d'environ 3%).

Deux options se présentent et sont à examiner plus en détail au cours de l'année 2009 :

1. faire concevoir, construire et opérer à long terme l'installation par une même entreprise (ou un regroupement d'entreprises) ou,
2. confier deux contrats, l'un pour la conception / construction et l'autre pour l'opération.

Des avantages et inconvénients se rattachent à chacune des options. Selon M^{e} Tremblay, l'option de deux contrats distincts permettrait cependant, dans le modèle traditionnel, de sélectionner des entreprises plus expérimentées pour chacune des deux activités (construction et opération). Or, il y ne semble pas y avoir de précédents pour la seconde option dans le domaine peu traditionnel du compostage, du moins au Québec et au Canada.

La première option, soit la conception, la construction et l'opération par une même entreprise, apparaît a priori plus appropriée pour ce type de projet à cause du caractère spécialisé de la technologie et de l'opération d'une infrastructure de traitement des matières organiques. Plusieurs municipalités ontariennes contactées sont de cet avis et estiment également que le caractère relativement nouveau de ce type d'infrastructure renforce cet énoncé. Également, certaines municipalités contactées affirment accorder plus de confiance, au niveau de l'entretien et du contrôle des nuisances, à un opérateur ayant conçu et construit l'installation. Finalement, mentionnons qu'il y a maintenant au Canada, et probablement au Québec, des entreprises ou des regroupements qui offrent une expertise et une expérience vérifiables pour un service combiné de conception, de construction et d'opération à long terme. Autant d'arguments qui expliquent que la Division de la gestion des matières résiduelles privilégie cette option pour les infrastructures de traitement des matières organiques.

En ce qui a trait à la démarche de planification, le processus d'homologation de technologies appelé en anglais «Request for qualifications, RFQ» ou encore «Request for Expression of Interest, REOI», est également d'usage au Québec et est encadré par la Loi des Cités et Villes. Ce processus semble particulièrement indiqué pour l'infrastructure de prétraitement humide et de digestion anaérobie qui recoure à des technologies étrangères (européennes surtout), relativement peu connues des entreprises québécoises ou canadiennes en construction. C'est la démarche en cours à la Ville de Toronto qui a retenu deux fournisseurs de technologies de digestion anaérobie avec lesquels les futurs soumissionnaires à la conception / construction /opération seront tenus de coordonner leurs proposition et travaux. Le processus d'homologation mérite une attention particulière au niveau de la propriété intellectuelle et des droits conférés tant aux concepteurs et constructeurs qu'à la municipalité, laquelle peut se prévaloir du droit d'opérer l'installation de traitement au terme du contrat initial d'opération par le privé.

Dans le contexte de construction d'un centre de compostage, le processus d'appel de propositions en deux étapes est également privilégié, avec une préqualification suivie de l'appel de propositions. Ce processus présente plusieurs avantages malgré un effort et un délai de réalisation un peu plus long, et il est également recommandé pour le projet de centre de compostage fermé à localiser dans l'ouest. Comme dans le cas des installations de digestion anaérobie, le choix des sites pour l'implantation des infrastructures de traitement devra être complété le plus tôt possible afin d'éviter des délais et des coûts supplémentaires à la démarche de planification et de mise en oeuvre.

Choix des sites, mode de gestion et démarche de planification

L'identification des emplacements disponibles devra privilégier les terrains appartenant déjà à la Ville de Montréal (l'agglomération ou une Ville liée), ce qui facilitera et accélérera la démarche de mise en oeuvre suivant un modèle de propriété publique. Le choix définitif des sites permettra de valider l'agencement des technologies et des infrastructures de traitement sur le territoire. Cet agencement en revanche influence la démarche d'appel de propositions d'où l'importance de connaître les emplacements potentiels le plus tôt possible.

Le choix des sites permettra aussi de vérifier si l'objectif d'autonomie complète est souhaitable et réalisable. Dans le cas contraire, soit dans un contexte d'autonomie partielle, il y aura lieu de revoir les concepts techniques élaborés pour les infrastructures de manière à optimiser les frais de transport et de service de traitement. En effet, tel qu'indiqué au chapitre 5.0, les nouvelles exigences du MDDEP (2008) applicables aux activités de compostage imposent des contraintes quant au choix de la localisation. Ces nouvelles contraintes ont conduit à une révision de l'agencement des infrastructures proposé au PDGMR 2008-2012 de l'agglomération de Montréal pour le traitement des matières organiques, résumé aux sections 2.2 et 3.2 précédentes.

Ainsi, l'autonomie complète, bien que souhaitable selon l'analyse de cycle de vie simplifiée réalisée par le CIRAIG, n'est probablement pas réalisable selon les concepts technologiques retenus par l'agglomération (résidus verts en bonne partie traités sur aire ouverte) compte tenu du nouveau contexte réglementaire en 2008. L'agencement des infrastructures de traitement des matières organiques, révisé en conséquence, fait l'objet du chapitre 5.0. Il prévoit qu'une partie des résidus verts de l'agglomération seront transportés vers des sites localisés en dehors du territoire de Montréal à des fins de compostage.

5.0 Concepts techniques des infrastructures

5.1 Exigences du MDDEP et le choix des localisations

Le ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP) a récemment adopté de nouvelles lignes directrices sur l'encadrement d'activités de compostage (MDDEP, 2008). Tout promoteur désirant obtenir un certificat d'autorisation pour implanter et exploiter une nouvelle installation de compostage, ou encore modifier ou agrandir un lieu existant, est donc maintenant assujetti à ces nouvelles exigences. Les directions régionales du MDDEP procéderont en effet à l'analyse des demandes d'autorisation sur la base des critères des lignes directrices de 2008.

Ces exigences établissent notamment de nouvelles limites à respecter pour le contrôle des nuisances d'odeurs. Elles fixent les distances minimales requises pour le choix de la localisation, selon la technologie utilisée, et définissent les contraintes applicables en fonction du type d'intrants reçus, selon le risque d'émission d'odeurs leur étant attribué (voir annexe B). Les nouvelles règles du MDDEP suggèrent des modifications aux orientations privilégiées dans le scénario d'implantation des infrastructures de traitement des matières organiques du PDGMR 2008-2012. Les principaux changements sont ci-dessous exposés.

Nouvelles installations de compostage

Pour toute nouvelle installation de compostage, une distance minimale de 500 mètres est à prévoir de toute zone résidentielle et/ou commerciale, de toute habitation ou lieu public. Cette distance avait été retenue lors de l'identification préliminaire des sites potentiels (SOLINOV, 2006). Il a été démontré qu'il existe des emplacements possibles à 500 mètres des habitations (ou lieux publics) pour les nouvelles installations sur le territoire de l'agglomération de Montréal.

Par contre, il faudra prévoir le traitement en système fermé avec traitement de l'air pour tout nouveau lieu de traitement sur le territoire montréalais, à moins de trouver un site à 1 km de toute habitation ou lieu public; une situation peu probable. Pour confirmer le choix de la localisation, une étude de dispersion des odeurs de « niveau 2 » (MDDEP, 2008) devra être réalisée afin de démontrer, par modélisation, que les activités de compostage permettront de respecter les seuils d'odeur établis aux récepteurs les plus rapprochés (habitations ou lieux publics).

Agrandissement et modifications au site de compostage du CESM

En ce qui a trait au site existant au Complexe Environnemental Saint-Michel (CESM), situé à moins de 500 mètres d'habitations et de lieux publics, la technologie qui permettra le respect des exigences d'odeurs devra être déterminée à l'aide d'une étude de dispersion des odeurs. Divers scénarios techniques d'aménagement sont à analyser (technologie, mode d'opération, capacité et intrants).

En effet, conformément aux exigences du MDDEP, une étude de dispersion d'odeur est à réaliser afin de confirmer, par modélisation, que les nouveaux aménagements au CESM permettront de respecter les seuils d'odeur établis. Or, il n'est pas possible de prévoir les résultats d'une telle étude pour le concept de compostage semi-fermé des résidus verts et du digestat (résidus alimentaires stabilisés par digestion anaérobie), tel que privilégié dans le PDGMR 2008-2012.

En effet, la technologie des piles statiques aérées avec membrane n'est pas un procédé à l'intérieur d'un bâtiment fermé avec traitement de l'air, au sens des exigences du MDDEP. Les performances de réduction des odeurs de cette technologie devront être étudiées avant de confirmer la faisabilité de respecter les seuils d'odeurs établis en 2008 par le MDDEP.

Il est également recommandé d'analyser divers scénarios technologiques afin de déterminer le plus approprié à la situation particulière de localisation du CESM et des activités récréatives projetées à ce site. Une étude de dispersion des odeurs devrait donc être entreprise le plus tôt possible afin de confirmer le concept technologique, la capacité de traitement et le type d'intrants pouvant convenir au site du CESM, dans le respect des nouvelles exigences du MDDEP pour l'encadrement d'activités de compostage. Un concept préliminaire a été élaboré dans le cadre de la présente étude à partir des données disponibles au moment de compléter le rapport de l'étude et en vue de l'élaboration de l'étude de dispersion des odeurs. Il fait l'objet de la section 5.3.

5.2 Présentation des concepts d'installations de traitement

L'élaboration des concepts techniques préliminaires des infrastructures de traitement a été réalisée afin de faciliter l'identification des sites appropriés pour la mise en oeuvre. Les concepts sont basés sur le scénario privilégié par l'agglomération de Montréal, tel que décrit dans son projet de PDGMR 2008-2012. Cependant, étant donné l'adoption en 2008 par le MDDEP de nouvelles lignes directrices sur l'encadrement d'activités de compostage, les concepts à la base du scénario privilégié ont été revus. En effet, tel que mentionné à la section 5.1, une étude de dispersion des odeurs doit être réalisée préalablement à l'implantation du projet afin de démontrer que les seuils d'odeurs prescrits par le MDDEP seront respectés aux plus proches voisins (habitations ou lieux publics). De plus, le MDDEP fixe des exigences de traitement sous bâtiment fermé avec traitement de l'air de procédé lorsque les intrants sont jugés fortement malodorants (catégorie «HC ou hors catégorie») ou qu'ils sont reçus en sacs de plastique (ordinaire ou compostable).

Selon ces nouvelles exigences, les résidus alimentaires reçus en sacs de plastique devront dorénavant être traités en système fermé (c'est le cas de résidus alimentaires collectés en sacs de plastique compostable dans les arrondissements montréalais). Le MDDEP n'a pas établi dans quelle catégorie d'odeur sera classé le digestat solide. Toutefois, il est à prévoir qu'une démonstration sera à faire de la faisabilité de traiter cette matière en andains aérés recouverts de membranes (toiles), tel que prévu au PDGMR 2008-2012. D'une part, ce procédé en andains sous membranes n'est pas complètement fermé et ne permet pas le traitement de l'air du procédé. D'autre part, il n'y a pas d'application québécoise de cette technologie, ni d'expérience spécifique de traitement de digestat solide à l'aide d'un tel procédé au Québec.

Ainsi, en 2008, rien n'indique qu'il sera possible d'implanter un système semi-fermé au CESM (site de compostage existant), ni à une future installation de compostage dans l'est (jumelée ou non à l'installation de digestion anaérobie). Pour tenir compte de cette analyse dans l'élaboration des concepts, un bâtiment fermé avec traitement de l'air a été prévu pour la réception et la préparation des matières organiques (RA reçus en sacs et digestat solide) au CESM. Des démarches ciblées auprès du MDDEP et probablement une modélisation de la dispersion des odeurs sur la base de diverses options technologiques (CESM et centre de compostage projeté dans l'est) seront nécessaires pour déterminer le concept qu'il sera possible de développer pour ces deux installations prévues au scénario d'infrastructures de traitement des matières organiques.

Cependant, il est à noter que les choix qui seront faits pour la planification de la mise en oeuvre auront une influence sur les concepts techniques à retenir pour chacun des sites. Ainsi, plusieurs options pourraient être considérées lors de la planification détaillée de la mise en oeuvre des installations selon les paramètres suivants :

- La localisation et les caractéristiques des sites d'implantation;
- L'utilisation du biogaz qui est liée ou non à la localisation;
- Les modalités de collecte, lesquelles définissent la capacité de traitement requise aux installations de compostage fermé et de digestion anaérobie;
- La coordination des services externes de traitement et la planification des besoins au niveau des capacités de réserve et de la gestion des pointes de production, et;
- Les priorités données à la mise en oeuvre (premières installations à construire) et à la gestion des risques (défaillances, émissions d'odeur et nuisances potentielles, etc.).

La figure 5.1 illustre l'agencement final des infrastructures proposées pour le secteur géographique de Montréal. Le tableau 5.1 résume les principales hypothèses à la base des concepts retenus et décrits dans les sections suivantes. Les fiches concepts proposées (en version préliminaire) en vue du choix des localisations sont présentées à l'annexe C.

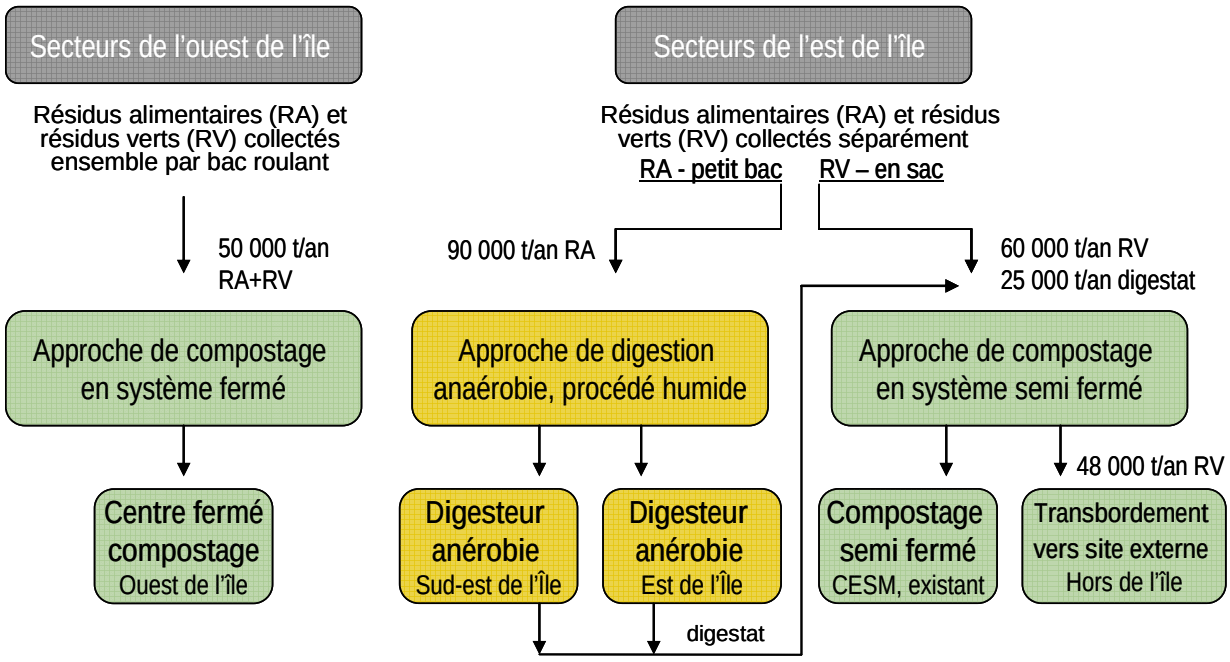


Figure 5.1 Agencement révisé des installations de traitement des matières organiques requises pour Montréal, dans une perspective d'autonomie partielle

Tableau 5.1 Concepts généraux révisés et hypothèses considérées pour les infrastructures de traitement des matières organiques projetées sur le territoire montréalais

CONCEPTS RÉVISÉS ET VARIANTES TECHNIQUES
CENTRE DE COMPOSTAGE EN SYSTÈME SEMI-FERMÉ (CESM, site existant) 25 000 tonnes/an de digestat et 12 000 tonnes/an de résidus verts (feuilles mortes) en provenance des secteurs de l'est de l'Île • Réception et préparation du digestat dans un bâtiment fermé et avec traitement de l'air; • Première étape de compostage du digestat en tunnels fermés; • Deuxième étape de compostage du digestat en piles statiques aérées recouvertes d'une toile, puis maturation sur aire ouverte (plateforme de béton); • Compostage en andains retournés sur aire ouverte pour une partie des feuilles mortes reçues en vrac, selon la capacité d'accueil; • Réception, entreposage temporaire et chargement d'une partie des résidus verts vers un site de compostage externe. Variante technique : • À court terme, soit d'ici l'implantation des digesteurs anaérobies, traitement de résidus alimentaires et de résidus verts selon le procédé prévu pour le digestat.
INSTALLATIONS DE DIGESTION ANAÉROBIE (procédé humide) **Sud-est de l'île** : 40 000 tonnes/an de résidus alimentaires (collectés séparément des résidus verts) en provenance des secteurs de l'est de l'Île **Est de l'île** : 50 000 tonnes/an de résidus alimentaires (collectés séparément des résidus verts) en provenance des secteurs de l'est de l'Île • Réception et préparation liquide des résidus alimentaires; • Digestion anaérobie et déshydratation du digestat; • Conversion et utilisation du biogaz; • Transport du digestat vers le CESM pour post-compostage (25 000 t/an pour les deux digesteurs). Variantes techniques : • Réception ou non de résidus organiques des ICI; • Selon le site retenu, possibilité de post-compostage sur place; • Utilisations possibles du biogaz; • Capacité de réserve en cas de défaillance ou autre.
CENTRE DE COMPOSTAGE EN SYSTÈME FERMÉ (ouest de l'île) 50 000 tonnes/an de résidus alimentaires et de résidus verts (RA+RV) collectés ensemble par bac roulant en provenance des secteurs de l'ouest de l'Île • Réception et préparation des matières organiques (ajout d'agents structurants et tri) en bâtiment fermé avec traitement de l'air; • Compostage en tunnels fermés avec traitement de l'air; • Affinage et maturation du compost en bâtiment fermé avec traitement de l'air. Variante technique : • Transbordement des résidus verts lors des pointes saisonnières (avec ou sans déchiquetage au préalable) vers un site de compostage externe (aire ouverte) afin d'éviter une capacité de réserve importante pour l'installation fermée.

5.3 Compostage en système semi-fermé

5.3.1 Description générale du concept

Cette technologie utilise l'aération positive des matières dans des tuyaux perforés à la base de piles qui sont recouvertes d'une toile perméable aux gaz et imperméable à l'eau. Bien que le processus de compostage se déroule sur une plateforme à l'extérieur, le confinement des matières sous la toile permet de limiter l'humidification excessive des matières et l'émission des odeurs vers l'extérieur. L'aération forcée accélère le processus de décomposition biologique des matières de sorte que la durée du compostage est réduite par rapport au compostage en andains sur aire ouverte.

Dans le cadre de la présente étude, un concept préliminaire d'une installation de compostage en système semi-fermé employant un procédé de piles statiques aérées et recouvertes d'une toile est présenté. Le procédé de compostage en piles statiques aérées repose sur l'aération forcée et contrôlée pour augmenter la circulation de l'air à travers les matières organiques et ainsi maintenir les conditions aérobies durant le compostage. Le concept préliminaire est basé sur le modèle du site de compostage de All Treat Farms à Arthur, en Ontario (figure 5.2) qui est une application canadienne récente d'un procédé de compostage semi-fermé où sont traitées annuellement 40 000 tonnes de matières organiques, composées de résidus verts et de digestat principalement.

Figure 5.2 Centre de compostage de *All Treat Farms* à Arthur, ON
(Photo: Paul van der Werf, *Mit Liebe Aus Deutschland*, Solid Waste & Recycling, août/sept. 2008, pp. 24-26.)

Le concept préliminaire d'une installation de compostage en système semi-fermé au CESM correspond à une installation ayant une **capacité annuelle de traitement de 37 000 tonnes**, comprenant :

- 25 000 tonnes de digestat provenant de deux digesteurs anaérobies situés ailleurs sur l'île de Montréal et 12 000 tonnes de feuilles ramassées en vrac ou en sac de papier.

5.3.2 Description du procédé de traitement

Les principales étapes du concept de traitement des matières organiques à l'installation de compostage en système semi-fermé au CESM sont résumées ci-dessous et illustrées à la figure 5.3.

Réception et préparation du digestat

Le digestat, provenant de deux digesteurs anaérobies situés ailleurs sur l'île de Montréal, est reçu à l'intérieur d'un bâtiment fermé. Avant d'être transféré sur la plateforme de compostage, le digestat fraîchement reçu est mélangé avec des agents structurants (copeaux de bois, résidus verts, agents structurants recyclés après l'étape du tamisage) selon des proportions établies au préalable de façon à obtenir un mélange ayant les caractéristiques physiques, chimiques et biologiques appropriées.

Prétraitement du digestat par compostage en tunnels

Le digestat, auquel ont été ajoutés des agents structurants, est prétraité par compostage avec aération forcée en tunnels pour une durée totale d'environ 14 jours. Les tunnels sont alimentés par une chargeuse à pelle frontale. Un système de ventilation et de distribution d'air aménagé à la base des tunnels procure l'aération nécessaire au procédé, et chacun des tunnels est aéré de façon indépendante. Au terme du prétraitement, les matières en compostage ont subi une première réduction, massique et volumique, et sont partiellement désodorisées.

Compostage du digestat

Le digestat prétraité est transféré sur la plateforme de compostage qui utilise l'aération forcée. Un système de ventilation et de distribution d'air aménagé à la base de la plateforme procure l'aération nécessaire au procédé de décomposition biologique. Les matières sont disposées en piles statiques sur cette plateforme et recouvertes de toiles perméables à l'air et imperméables à l'eau (de type GORE™). La toile GORE™ est faite d'une membrane de EPTFE (*Expanded Polytetrafluoroethylene*) contenue entre deux couches robustes de polyester. La grosseur des pores de la membrane empêche l'eau de pluie d'atteindre les matières sous la toile, mais permet l'évacuation du gaz carbonique et de la vapeur d'eau dégagés au cours de la dégradation biologique.

Les matières organiques restent de 6 à 8 semaines sous les toiles sur la plateforme aérée. La maturation se déroule ensuite en andains sur aire ouverte sans aération forcée, lesquels peuvent être retournés, pour une période d'environ 2 mois.

Compostage des feuilles

Les feuilles reçues à l'automne sont mises en andains au fur et à mesure qu'elles sont reçues au site de compostage. Le procédé de compostage en andains retournés sur aire ouverte sans aération forcée repose sur l'aération naturelle des matières pendant le compostage. Les feuilles sont disposées en andains, lesquels sont retournés périodiquement avec un retourneur d'andains.

Affinage du compost

À cette étape, les matières compostées sont tamisées et séparées en différentes fractions : les particules fines (moins de 12 mm), les particules de tailles grossières et les matières indésirables. Les matières indésirables (sacs et pellicules de plastique, fragments de verre, etc.) sont rejetées et envoyées à l'enfouissement, les particules organiques grossières sont retournées en amont du

processus et réintroduites avec les matières organiques fraîchement reçues et agissent comme agents structurants. Après l'étape d'affinage, le compost tamisé est prêt à être mis en marché.

Traitement de l'air de procédé

L'air de procédé provenant du bâtiment fermé (aires de réception et préparation du digestat et tunnels de compostage) est entièrement capté pour être traité. Le traitement des odeurs repose sur la biofiltration. Le matériel filtrant du biofiltre est généralement constitué d'un matériel organique (par exemple, résidus de bois déchiquetés et compost) qui adsorbe et absorbe les composés odorants et les décompose biologiquement. L'air de procédé capté est injecté dans le matériel filtrant, par le biais d'un réseau de tuyaux perforés. Le concept préliminaire suggère un biofiltre fermé avec cheminée pour obtenir un système compact et performant. Le biofiltre pourrait par ailleurs être précédé d'une tour de lavage pour améliorer l'efficacité d'enlèvement des odeurs du système de traitement de l'air.

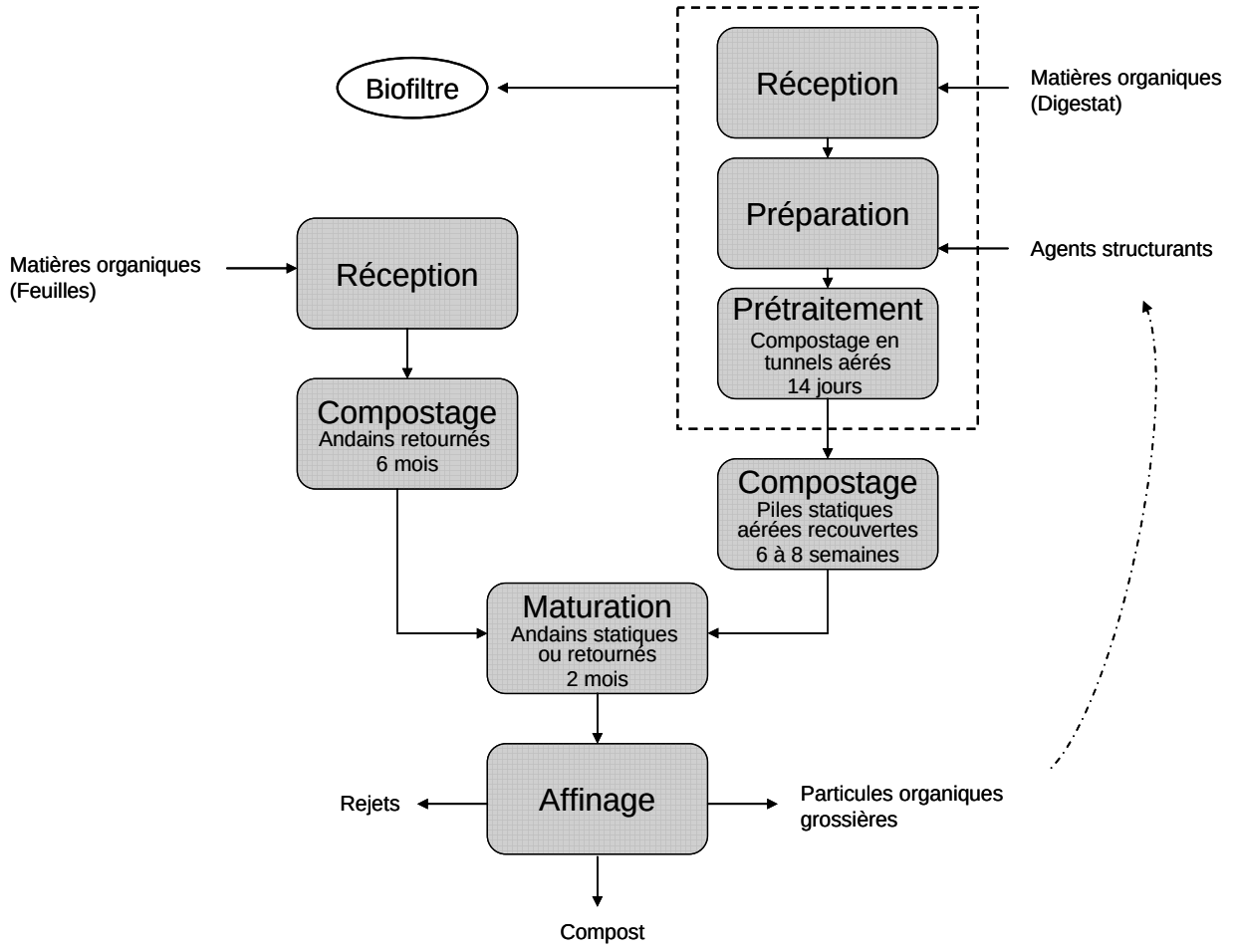


Figure 5.3 Schéma simplifié du concept de compostage en système semi-fermé

5.3.3 Schéma d'aménagement préliminaire

Le tableau 5.2 reprend chacune des composantes de l'installation de compostage en système semi-fermé et indique leurs principales caractéristiques.

Tableau 5.2 Caractéristiques des aires de traitement considérées pour le concept de compostage en système semi-fermé occupant une superficie totale d'environ 43 000 mètres carrés

		Caractéristiques du procédé de traitement
Bâtiment fermé	**Aire de réception et de préparation**	• Aire bétonnée pour le déversement des camions • Entreposage d'agents structurants • Mélangeur
	Tunnels de compostage	• Tunnels fixes (5) avec aération forcée pour la phase active (thermophile) de compostage du digestat pendant environ 14 jours
Plateforme des piles recouvertes aérées		• Plateforme avec aération forcée pour compostage des piles de digestat recouvertes d'une toile pendant 6 à 8 semaines
Plateforme d'andainage		• Plateforme pour compostage des feuilles en andains retournés pendant environ 6 mois et en maturation pendant approximativement 2 mois • Plateforme pour maturation des piles compostées sous toile
Aire d'affinage et d'entreposage		• Tamisage du compost mature • Entreposage du compost pour une période de 2 mois
Biofiltre		• Pour traiter l'air du bâtiment fermé de réception et de préparation des matières et des tunnels de compostage du digestat
Bâtiment administratif		• Bureaux, salles de présentation et garage • Pouvant être indépendant du bâtiment de traitement ou aménagé en partie au-dessus (2^{e} étage) du bâtiment de traitement
Stationnement		• Aire de stationnement pour employés et visiteurs (15 et 20 places)

La fiche présentée à l'annexe C résume le concept préliminaire de compostage élaboré pour le site du Complexe environnemental Saint-Michel (CESM) à partir des nouvelles exigences du MDDEP relativement à l'agrandissement de lieux de compostage existants. Ce concept préliminaire pourrait être modifié suite à la réalisation d'une étude de dispersion des odeurs qui sera nécessaire pour valider le respect des seuils d'odeurs en fonction des nouvelles lignes directrices du MDDEP (2008). En effet, ces lignes directrices exigent qu'une telle étude démontre que les activités de compostage projetées respecteront les limites d'odeurs établies aux plus proches habitations et lieux publics, tenant compte des opérations de compostage existantes.

Les résultats d'une étude de dispersion atmosphérique seront donc déterminants pour le choix des technologies et du mode d'opération à retenir pour le projet de compostage au CESM. Les technologies considérées pour l'élaboration du concept préliminaire ont été jugées compatibles avec les exigences de contrôle des odeurs du MDDEP en fonction des données disponibles et sur la base des références consultées pour la présente étude (communication personnelle, B.Van Opstal, Ville de Toronto, nov. 2008). L'aménagement préliminaire pour l'installation de compostage projetée au CESM tient compte des dimensions actuelles du lieu de compostage des feuilles mortes, soit de 43 000 mètres carrés, et des quantités qui y sont présentement traitées, soit 15 000 tonnes/an.

5.4 Compostage en système fermé

5.4.1 Description générale du concept

Le compostage est un processus biologique aérobie de dégradation et de synthèse de la biomasse qui se déroule habituellement en deux phases principales. Au cours de la première phase, dite thermophile, la dégradation de la matière organique sous l'action des microorganismes est très intense et rapide. La seconde phase de biodégradation et de synthèse, dite de maturation, est plus lente, moins intense et requiert un niveau moindre de contrôle du procédé, et par conséquent moins d'équipements et d'infrastructures sophistiqués.

Par opposition aux technologies de compostage en système ouvert, les technologies de compostage en système fermé désignent un procédé qui se déroule dans un bâtiment fermé avec captage et traitement de l'air, de la réception des matières jusqu'à la stabilisation du compost. Les technologies de compostage en système fermé permettent le confinement de l'ensemble du procédé et donc le captage de l'air odorant qui s'en dégage. Le traitement de l'air vicié du procédé de compostage constitue donc, dans ce type de système fermé, une composante importante qui favorise un bon contrôle des nuisances potentielles liées aux odeurs.

Dans le cadre de la présente étude, un concept préliminaire d'une installation de compostage en système fermé employant un procédé en tunnels fixes est présenté. Ce procédé repose sur l'aération forcée et contrôlée pour assurer la circulation de l'air à travers les matières organiques et ainsi maintenir les conditions aérobies durant le compostage. Le concept préliminaire est basé sur le modèle du centre de compostage de la Ville de Hamilton (*Centralized Composting Facility* : figure 5.4) qui est l'application canadienne la plus récente d'un procédé de compostage complet en système fermé.

Figure 5.4 *Centralized Composting Facility* à Hamilton (Photo : SOLINOV)

Le concept préliminaire d'une installation de compostage en système fermé correspond à une installation ayant une **capacité annuelle de traitement de 50 000 tonnes**, comprenant :

- 20 000 tonnes de résidus alimentaires et 30 000 tonnes de résidus verts ramassés en vrac, par bac roulant, dans les territoires de l'ouest de Montréal.

5.4.2 Description du procédé de traitement

Les principales étapes du traitement des matières organiques compostées en tunnels fermés sont résumées ci-dessous et illustrées à la figure 5.5.

Réception et inspection des matières

Cette étape consiste à gérer la réception des intrants au site de compostage et à retirer les corps étrangers (matières indésirables) qui sont susceptibles de nuire au processus de compostage des matières organiques. Le premier niveau de séparation est réalisé à la source par les citoyens avant la collecte des matières organiques. Les camions vident donc leur contenu à l'intérieur du bâtiment fermé, sur une aire bétonnée prévue pour la réception, et les matières sont inspectées visuellement pour retirer les corps étrangers facilement repérables et pouvant endommager les équipements.

Préparation des matières

Avant d'être transférées dans les tunnels de compostage, les matières organiques fraîchement reçues sont mélangées mécaniquement avec des agents structurants (copeaux de bois, résidus verts, agents structurants recyclés après l'étape du tamisage) selon des proportions établies au préalable de façon à obtenir un mélange ayant les caractéristiques physiques, chimiques et biologiques appropriées. Après le mélange, les matières sont acheminées par convoyeur à une unité de tri magnétique pour l'enlèvement des métaux ferreux.

Compostage en tunnels

Les matières organiques sont ensuite dirigées vers une unité d'alimentation des tunnels située en haut de ceux-ci. En plus de remplir les tunnels de matières à composter, cette unité d'alimentation automatisée sert à humidifier les matières pour que leur teneur en eau soit adéquate à l'activité des microorganismes aérobies. Le procédé de compostage en tunnels utilise l'aération forcée pour augmenter la circulation de l'air à travers les résidus et ainsi maintenir les conditions aérobies durant le compostage. Un système de ventilation et de distribution d'air aménagé à la base des tunnels procure l'aération nécessaire au procédé. Chacun des tunnels est aéré de façon indépendante.

Le concept préliminaire d'une installation traitant annuellement 50 000 tonnes comporte environ 13 tunnels. Pour mélanger les matières en cours de procédé et assurer une décomposition biologique homogène, les matières sont d'abord compostées dans une première série de tunnels pendant environ 7 à 10 jours (8 tunnels). Les tunnels de la première phase sont ensuite vidés et leur contenu est transféré dans une seconde série de tunnels (5 tunnels) à l'aide d'une chargeuse sur roues dédiée à cette activité. Lors de ce déplacement, les matières sont mélangées et les poches anaérobies brisées, le cas échéant. Le temps de rétention dans la seconde série de tunnels est aussi d'environ 7 à 10 jours.

Affinage du compost

À cette étape, les matières compostées sont tamisées et séparées en différentes fractions : les particules fines (moins de 12 mm), les particules de tailles grossières et les matières indésirables. Les matières indésirables (sacs et pellicules de plastique, fragments de verre, etc.) sont rejetées et envoyées à l'enfouissement, les particules organiques grossières sont retournées en amont du processus et réintroduites avec les matières organiques fraîchement reçues et agissent comme agents structurants. Finalement, les particules fines sont transférées au bâtiment de maturation.

Maturation

L'étape de maturation, plus lente, succède à l'étape de décomposition rapide et permet d'obtenir un compost mature et stable. La maturation se déroule dans un bâtiment fermé et les matières sont disposées en andains statiques, sans aération forcée. Après l'étape de maturation, qui requiert environ 30 à 45 jours, le compost est prêt à être mis en marché.

Traitement de l'air de procédé

Le traitement des odeurs repose sur la biofiltration. Le matériel filtrant du biofiltre est généralement constitué d'un matériel organique (par exemple, résidus de bois déchiquetés et compost) qui adsorbe et absorbe les composés odorants et les décompose biologiquement. L'air provenant de l'ensemble des opérations de compostage est capté et injecté dans le matériel filtrant, par le biais d'un réseau de tuyaux perforés. Le concept préliminaire suggère un biofiltre ouvert (enclos de béton) composé d'un minimum de deux cellules, lequel pourrait être précédé d'une tour de lavage pour humidifier l'air à traiter, par exemple.

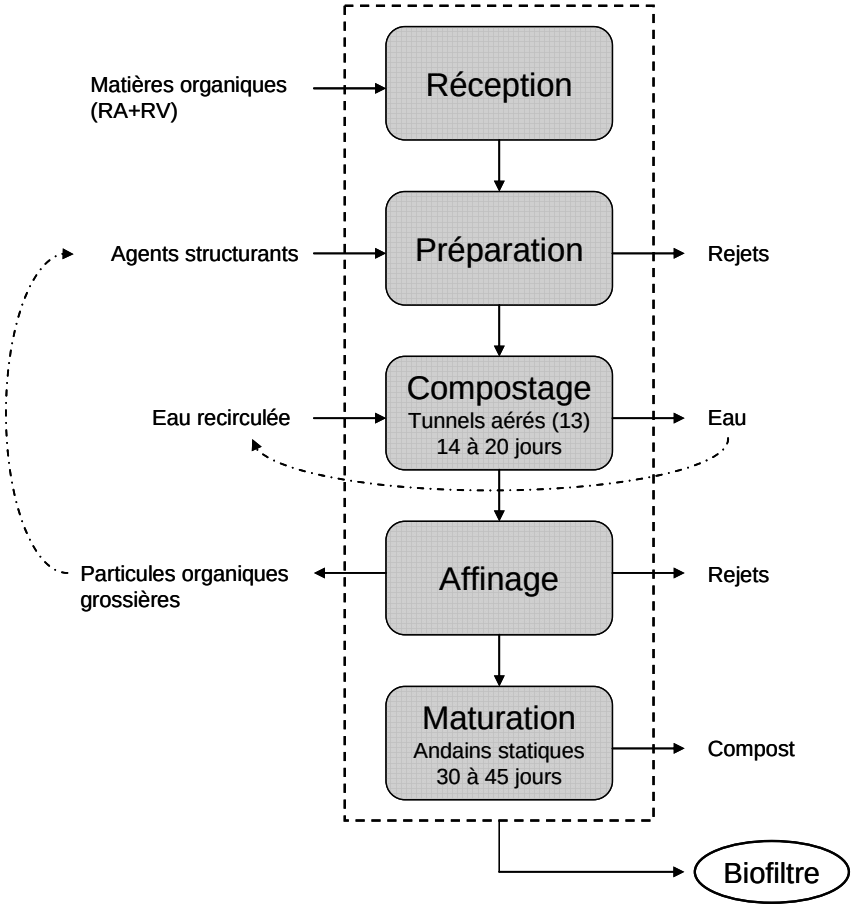


Figure 5.5 Schéma simplifié du concept de compostage en système fermé

5.4.3 Schéma d'aménagement préliminaire

Le tableau 5.3 reprend chacune des composantes de l'installation de compostage en système fermé et indique leurs principales caractéristiques.

Tableau 5.3 Caractéristiques des aires de traitement considérées pour le concept de compostage en système fermé occupant une superficie totale de 30 000 mètres carrés

	Caractéristiques du procédé de traitement
Aire de réception et de préparation	• Aire bétonnée pour le déversement des camions • Entreposage d'agents structurants • Mélangeurs (2) et équipement de tri magnétique
Tunnels	• Compostage en tunnels aérés (13) pendant 14 à 20 jours
Aire d'affinage	• Aire réservée au tamisage des matières avant maturation
Bâtiment de maturation	• Maturation en andains statiques pendant 30 à 45 jours
Biofiltre	• Enclos de béton ouvert à sa surface
Bâtiment administratif	• Bureaux, salles de présentation et salles de contrôle • Pouvant être indépendant du bâtiment de traitement ou aménagé au-dessus (2^{e} étage) du bâtiment de traitement
Stationnement	• Aire de stationnement pour employés et visiteurs (15 et 20 places)

Une fiche concept incluant un schéma préliminaire d'aménagement d'une installation de compostage en système fermé, traitant 50 000 tonnes de matières organiques par année, est présentée à l'annexe C. Les différentes aires listées au tableau précédent y sont incluses en plus de l'espace requis pour la circulation et la pesée des camions.

5.5 Digestion anaérobie

5.5.1 Description générale du concept

La digestion anaérobie est un processus biologique de dégradation de la matière organique qui se déroule en absence d'oxygène. L'étape de digestion anaérobie correspond à la phase active du processus. La biodégradation de la matière organique par la digestion anaérobie produit un digestat et du biogaz, lequel se compose principalement de méthane et de gaz carbonique. Le biogaz peut être utilisé pour produire de l'énergie et représente donc une source potentielle de revenus. Le digestat, qui comprend la fraction organique solide et partiellement stabilisée, est déshydraté et composté pour compléter sa stabilisation.

Pour la seconde phase du processus, soit la phase de post-compostage et de maturation du digestat, plusieurs technologies de compostage peuvent être utilisées. Selon le niveau de dégradation obtenu suite à la digestion anaérobie et l'utilisation prévue du digestat, le post-compostage est plus ou moins exhaustif. Ceci signifie que le post-compostage peut se limiter à une phase de maturation ou peut impliquer une étape de compostage intensif (en système fermé ou sur aire ouverte) suivie d'une étape de maturation.

Dans le cadre de la présente étude, un concept préliminaire d'une installation de digestion anaérobie employant un procédé humide est présenté. Le concept préliminaire se rapporte à une installation de digestion anaérobie où le post-compostage du digestat ne se fait pas sur place, mais plutôt à une autre installation de traitement, combiné au compostage de résidus verts. Le concept préliminaire est basé sur le modèle du digesteur anaérobie de Toronto montré à la figure 5.6. C'est la seule application canadienne de digestion anaérobie pour le traitement de résidus alimentaires séparés à la source d'origine résidentielle représentative du type d'installation projetée à Montréal.

Figure 5.6 *Dufferin Organics Processing Facility* à Toronto (Photo : SOLINOV)

Le concept préliminaire d'une installation de digestion anaérobie correspond à une installation ayant une **capacité annuelle de traitement de 40 000 à 50 000 tonnes**, comprenant :

- 40 000 à 50 000 tonnes de résidus alimentaires ramassés en sacs (plastique ordinaire, plastique compostable ou papier, à préciser), sans post-compostage sur place du digestat.

5.5.2 Description du procédé de traitement

Les principales étapes du traitement des matières organiques par digestion anaérobie, procédé humide, sont résumées ci-dessous et illustrées à la figure 5.7.

Réception et inspection des matières

Cette étape consiste à gérer la réception des résidus alimentaires au digesteur anaérobie et à retirer les corps étrangers (matières indésirables) qui sont susceptibles de nuire au processus de compostage des matières organiques. Le premier niveau de séparation est réalisé à la source par les citoyens avant la collecte des matières organiques. Les camions vident donc leur contenu à l'intérieur du bâtiment fermé, sur une aire bétonnée prévue pour la réception, et les matières sont inspectées visuellement pour retirer les corps étrangers facilement repérables et pouvant endommager les équipements.

Préparation des matières

Les techniques et les équipements de séparation des corps étrangers varient d'un procédé à l'autre.

Dans un procédé humide de digestion anaérobie, de l'eau est ajoutée aux résidus alimentaires pour obtenir une suspension liquide dont la teneur en matières sèches est de l'ordre de 10%.

Pour la technologie BTA par exemple, utilisée au site de Dufferin à Toronto, la préparation des matières en une suspension liquide se fait dans deux mélangeurs permettant de séparer les matières indésirables légères par flottation et les lourdes et grossières par sédimentation. L'enlèvement des corps étrangers se poursuit par l'intermédiaire de trois hydrocyclones où sont retirés par centrifugation les corps étrangers fins et lourds (sable, gravier, fragments de verre, etc.).

Digestion anaérobie

À cette étape, la suspension liquide est acheminée au digesteur anaérobie vertical. La teneur en matières sèches est alors d'environ 5 à 10%, et le processus de digestion se déroule en conditions mésophiles.

L'agitation des matières dans le digesteur s'effectue sans équipement mécanique. Bien qu'il existe différentes conceptions de digesteur, une des possibilités est d'injecter à la base du digesteur du biogaz compressé. Le déplacement des bulles de biogaz vers le haut du digesteur assure un brassage adéquat et peu coûteux des matières, et cette agitation favorise le contact entre les microorganismes anaérobies et les matières organiques, agissant par conséquent sur la vitesse de dégradation.

Le processus de la biodégradation anaérobie de la matière organique se déroule en quatre étapes. À la première étape, l'hydrolyse, la matière organique est transformée en monomères solubles : les protéines sont converties en acides aminés, les gras en acides gras, glycérol et triglycéride et les carbohydrates en sucres simples. La deuxième étape acidogène métabolise les monomères en acides organiques à chaînes courtes (acides gras volatils). Les bactéries impliquées à l'acétogénèse, la troisième étape, produisent de l'acétate, du gaz carbonique et de l'hydrogène. Finalement, les microorganismes méthanogènes métabolisent les produits des bactéries acétogènes et acidogènes, produisant du méthane et du gaz carbonique (méthanogénèse).

Déshydratation

À la sortie du digesteur, après un séjour de 15 à 20 jours, la suspension organique liquide est déshydratée par deux presses. La fraction solide obtenue, appelée le digestat, atteint un contenu d'environ 25 à 35% de matières sèches. Le digestat est ensuite transporté vers un autre centre de traitement pour subir une étape de post-compostage et de maturation. Quant à la fraction liquide, cette dernière est temporairement entreposée dans un réservoir avant d'être en partie retournée en amont de procédé à l'étape de préparation de la suspension liquide et en partie évacuée dans le réseau d'égout.

Entreposage du biogaz

Le biogaz brut produit est d'abord compressé et ensuite conservé dans un réservoir d'entreposage, avant d'être éventuellement converti en énergie électrique. Une torchère de sécurité est située entre le digesteur anaérobie et l'unité d'entreposage du biogaz permettant ainsi de brûler le biogaz de façon sécuritaire en cas d'urgence.

Traitement de l'air de procédé

Le traitement des odeurs repose sur la biofiltration. Le matériel filtrant du biofiltre est généralement constitué d'un matériel organique (par exemple, résidus de bois déchiquetés et compost) qui adsorbe et absorbe les composés odorants et les décompose biologiquement. L'air provenant de l'ensemble des opérations de compostage est capté et injecté dans le matériel filtrant, par le biais d'un réseau de tuyaux perforés. Le concept préliminaire suggère un biofiltre ouvert (enclos de béton) composé d'un minimum de deux cellules, lequel pourrait être précédé d'une tour de lavage pour humidifier l'air à traiter, par exemple.

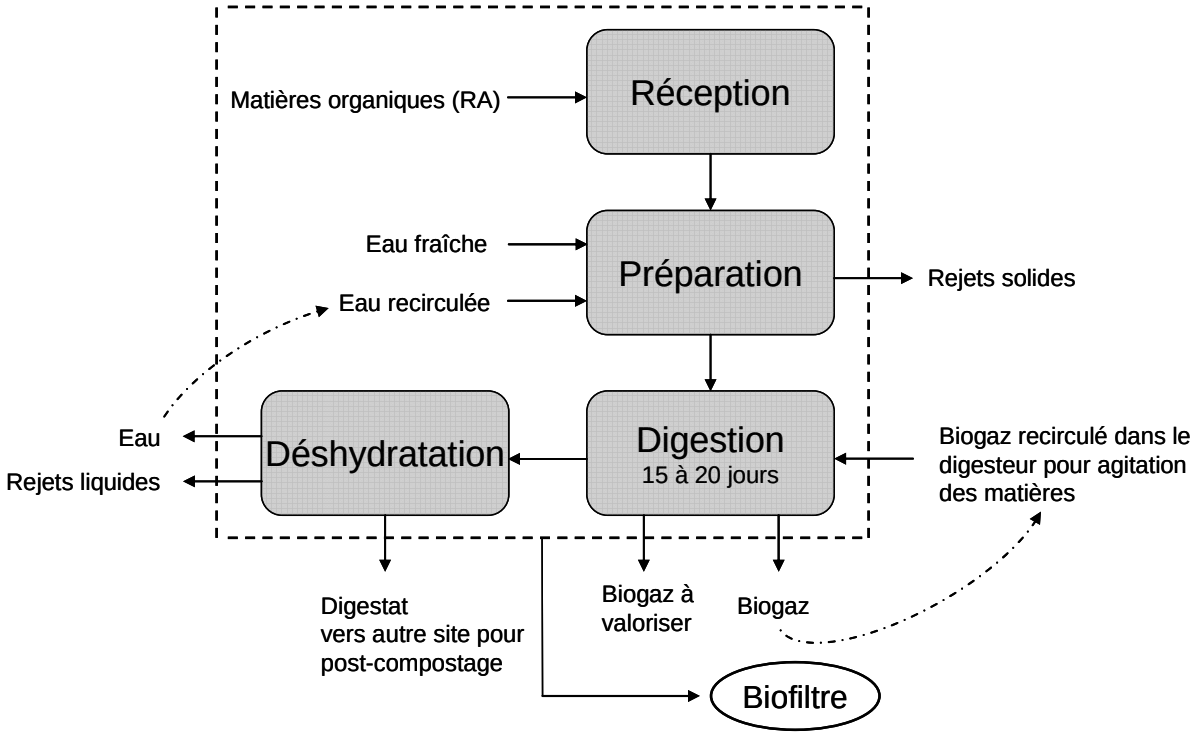


Figure 5.7 Schéma simplifié du concept de digestion anaérobie (sans post-compostage)

5.5.3 Schéma d'aménagement préliminaire

Le tableau 5.4 reprend chacune des composantes de l'installation de digestion anaérobie et indique leurs principales caractéristiques.

Tableau 5.4 Caractéristiques des aires de traitement considérées pour le concept de digestion anaérobie (procédé humide) occupant une superficie totale de 20 000 mètres carrés

	Caractéristiques du procédé de traitement
Aire de réception et de préparation	• Aire bétonnée pour le déversement des camions
Aire de prétraitement	• Préparation d'une suspension liquide (mélangeurs) • Enlèvement des matières indésirables (mélangeurs et hydrocyclones)
Digesteur anaérobie	• Digestion anaérobie (procédé humide) en conditions mésophiles pendant 15 à 20 jours
Réservoirs	• Un réservoir pour entreposer la fraction liquide à la sortie du digesteur avant réutilisation ou élimination • Un réservoir d'entreposage du biogaz compressé avant son utilisation
Torchère	• Système de sécurité permettant de brûler le biogaz en cas d'urgence
Biofiltre	• Enclos de béton ouvert à sa surface
Bâtiment administratif	• Bureaux, salles de présentation et salles de contrôle • Pouvant être indépendant du bâtiment de traitement ou aménagé au-dessus (2^{e} étage) du bâtiment de traitement
Stationnement	• Aire de stationnement pour employés et visiteurs (15 et 20 places)

Une fiche concept incluant un schéma préliminaire d'aménagement d'une installation de digestion anaérobie est présentée à l'annexe C. La fiche concept correspond à une installation d'une capacité de 40 000 à de 50 000 tonnes de résidus alimentaires par année. Dans les deux cas, une superficie d'environ 20 000 m^2 est considérée pour l'ensemble des aménagements. Les différentes aires listées au tableau précédent y sont incluses en plus de l'espace requis pour la circulation et la pesée des camions.

6.0 Perspectives de valorisation du compost et de l'énergie

Une analyse des perspectives de valorisation du compost et de l'énergie issus des infrastructures de traitement de l'agglomération de Montréal a été réalisée par SOLINOV avec la collaboration de TECSULT en 2006 sur la base des choix technologiques à la base du PDGMR 2008-2012.

La section 6.1 résume l'analyse des perspectives de marché pour le compost présentée en détail dans l'étude de SOLINOV (2006). Toutes les infrastructures de traitement des matières organiques produiront du compost. Celles utilisant une technologie de digestion anaérobie produiront également du biogaz pouvant être valorisé comme énergie verte.

La section 6.2 présente les options de valorisation du biogaz, applicables à l'agglomération de Montréal, et le sommaire de la comparaison des avantages et inconvénients de ces différentes options. Une analyse plus complète des considérations techniques et des coûts liés au traitement et à la valorisation du biogaz est fournie à l'annexe D pour chacune de ces options. Cette analyse, préparée par TECSULT est complémentaire à celle initialement effectuée en vue de l'élaboration du PDGMR 2008-2012 et présentée dans l'étude de SOLINOV (2006).

6.1 Possibilités de valorisation du compost

Une évaluation préliminaire a été réalisée en 2006 afin d'identifier les perspectives de marché pour le compost issu de la collecte et du traitement des matières organiques triées à la source. L'objectif était de déterminer s'il y a suffisamment de possibilités de valorisation du compost sur le territoire de la CMM et d'identifier les principaux enjeux de développement de marchés durables pour le compost issu du territoire montréalais.

Les résultats complets de cette analyse sont présentés dans l'étude de SOLINOV (2006). Les points suivants résument les éléments les plus importants de cette analyse dans une perspective de planification des infrastructures de traitement des matières organiques :

- La quantité de compost qui serait produit par le traitement d'environ 200 000 tonnes annuellement de matières organiques séparées à la source peut être estimée à environ 40%, soit l'équivalent de 80 000 tonnes par année de compost;

- Les expériences municipales de collecte des matières organiques séparées à la source indiquent qu'il sera possible de produire un compost de bonne qualité à partir des matières récupérées sur le territoire de l'agglomération. Le recours à un procédé humide de digestion anaérobie permettra de maximiser la qualité du compost issu des résidus alimentaires, et ce, malgré la présence de corps étrangers, plus nombreux dans ces matières comparativement aux résidus verts. L'agglomération de Montréal a donc choisi une approche sécuritaire du point de vue de la qualité des composts en privilégiant la digestion anaérobie par voie humide des résidus alimentaires.

- Le marché potentiel pour un compost de bonne qualité sur le territoire de la CMM est estimé à environ 160 000 à 180 000 tonnes/an selon une estimation préliminaire effectuée pour les

segments de marché suivants : l'agriculture (grandes cultures seulement), l'utilisation municipale sur le territoire de l'agglomération de Montréal seulement (parcs, espaces verts et citoyens) et la production de terreaux. Il excède donc largement la quantité de 80 000 tonnes/an qui serait produite à l'horizon 2018.

- Seulement pour l'utilisation municipale sur le territoire de l'agglomération de Montréal (parcs, espaces verts et distribution aux citoyens), environ 34 000 tonnes annuellement de compost pourraient être valorisées. Cela revient à dire qu'environ 50% ou plus du compost pourrait devoir être transporté à l'extérieur de Montréal à des fins de mise en valeur.

Considérant qu'une fraction importante du compost devrait de toute façon être transportée hors de Montréal pour être valorisée, un scénario d'autonomie partielle impliquant le transport d'une partie des résidus verts pour traitement à l'extérieur du territoire de l'agglomération apparaît judicieux. Lorsque la superficie disponible et la localisation le permettent, ces résidus verts peuvent être compostés sur aire ouverte à moindre coût. Il serait également possible d'envisager le traitement d'une partie du digestat à l'extérieur. L'agencement optimal des infrastructures doit viser un compromis entre les distances de transport pour les matières organiques et le compost et la technologie la mieux adaptée à chaque type de matières organiques, et ce, afin de minimiser les coûts pour un maximum de bénéfices environnementaux et sociaux.

6.2 Options considérées pour la valorisation du biogaz

6.2.1 Taux de génération de biogaz par la digestion anaérobie

Les taux de génération de biogaz par la digestion anaérobie que l'on retrouve dans la littérature varient de façon importante et sont directement reliés au contenu en matières organiques. Les taux de génération de biogaz varient entre 80 et 200 m^3 par tonne de biosolides (Ostrem, 2004, CNRC, 2004). De plus, on peut observer une variation sur le contenu en méthane dans le biogaz, ce qui a pour effet d'influencer son pouvoir calorifique ou l'énergie disponible dans le biogaz généré. La concentration en méthane peut varier entre 50 et 70% en volume.

Pour les besoins de cette étude, un taux de génération de biogaz de 120 m^3 par tonne de résidus organiques et un contenu en méthane de 60% (en volume) ont été retenus pour la définition des options d'utilisation du biogaz et pour l'évaluation des coûts et des revenus associés à l'utilisation de ce biogaz. Ce taux de génération du biogaz a été retenu sur la base des valeurs typiques données dans la littérature et en considérant le type de matières alimentées au procédé. Il s'agit également du taux de génération moyen obtenu à l'installation de digestion anaérobie de la ville de Toronto (Van Opstal, 2006a et 2006b). Il faut préciser que le taux de génération du biogaz peut présenter des écarts pour une installation en fonction de la composition des matières, qui peut varier selon les saisons et les conditions d'opération du procédé biologique.

Pour un taux de génération de 120 m^3 par tonne de résidus organiques, pour une unité de digestion anaérobie traitant 40 000 tonnes par an, la quantité de biogaz produit sera de l'ordre de 4,8 millions de mètres cubes par an (548 m^3/jour). Sur la base du contenu en méthane de 60%, le pouvoir calorifique du gaz sera d'environ 21,6 MJ/m^3. Le biogaz représenterait donc un taux de production d'énergie de l'ordre de 11,8 GJ/h.

6.2.2 Analyse des possibilités d'utilisation du biogaz

Un des principaux attraits de la digestion anaérobie pour le traitement des matières organiques est la production du biogaz qui constitue une source d'énergie qui ne génère pas de gaz à effet de serre. Il existe diverses possibilités pour l'utilisation du biogaz. La sélection du site pour l'implantation du digesteur anaérobie est étroitement liée à l'utilisation du biogaz qui sera privilégiée.

Dans le contexte d'implantation de digesteurs anaérobies sur le territoire de l'agglomération de Montréal, quatre options d'utilisation ont été identifiées :

- Option 1 : Utilisation à la Station d'épuration des eaux usées de Montréal en remplacement du gaz naturel;
- Option 2 : Production d'électricité à la Centrale Gazmont;
- Option 3 : Purification et injection dans le réseau de gaz naturel;
- Option 4 : Purification et utilisation dans des véhicules.

Une description et une analyse de ces quatre scénarios est fournie à l'annexe D. L'analyse a permis d'identifier les principaux avantages et inconvénients ainsi que les contraintes et les opportunités de localisation associés à chacun de ces scénarios. Une évaluation préliminaire des coûts et des revenus potentiels des options de traitement et de valorisation du biogaz est également incluse à l'annexe D.

Le tableau 6.1 présente les avantages et les inconvénients des quatre options d'utilisation du biogaz considérées dans le contexte de l'implantation de digesteurs anaérobies sur le territoire de l'agglomération de Montréal.

Tableau 6.1 Comparaison des options d'utilisation du biogaz

	AVANTAGES	INCONVÉNIENTS
Utilisation à la Station d'épuration des eaux usées de Montréal	• Coûts en capital très faibles • Pas de traitement du biogaz requis • Permet de remplacer une portion du gaz naturel consommé à la Station • Réduction des émissions de gaz à effet de serre	• Le biogaz généré par le digesteur anaérobie ne remplacera qu'environ 25% des besoins en gaz naturel de la Station
Utilisation à la Centrale Gazmont – production d'électricité	• Coûts en capital très faibles • Pas de traitement du biogaz requis • Utilisation d'une infrastructure existante (Centrale Gazmont) pour laquelle l'approvisionnement actuel en biogaz est en décroissance • Permet d'améliorer le potentiel des projets d'augmentation de l'efficacité énergétique de la Centrale	• Production d'énergie plus faible compte tenu de la faible efficacité de la transformation de l'énergie du biogaz en électricité • Revenus plus faibles compte tenu du faible coût de l'énergie électrique par rapport au combustible fossile
Purification et injection dans le réseau de gaz naturel	• Permet de remplacer du gaz naturel • Réduction des émissions de gaz à effet de serre • Revenus élevés	• Coûts en capital plus élevés • Requiert un traitement du biogaz; coûts d'opération et d'entretien
Purification et utilisation dans des véhicules	• Permet de remplacer un combustible fossile (essence ou diesel) • Économies en carburant appréciables • Réduction des émissions de gaz à effet de serre	• Coûts en capital plus élevés • Requiert un traitement du biogaz; coûts d'opération et d'entretien • Requiert des postes de ravitaillement des véhicules • Requiert l'achat (ou la conversion) de véhicules pouvant utiliser du gaz compressé comme carburant (peu répandu en Amérique du Nord)

7.0 Planification et mise en œuvre

7.1 Démarches et échéancier préliminaire

La planification de la mise en oeuvre du scénario privilégié par l'agglomération de Montréal pour l'implantation des infrastructures de traitement des matières organiques comprend plusieurs étapes. Les étapes de planification préalables à la mise en place du processus de sélection des partenaires à la réalisation des projets d'infrastructures sont les suivantes :

1. Sélection du modèle de gestion privilégié (propriété et opération) et des options envisageables (ex : durée du contrat, possibilité de transfert à une opération publique, réception des matières organiques des ICI, etc.);
    - La gestion des risques est en bonne partie réalisée via le choix d'un modèle de gestion. Ensuite, ce sont les démarches de planification du processus de mise en oeuvre qui permettent de limiter tout au long du processus les risques financiers de ce type de projet.
2. Choix des sites d'implantation (en lien avec l'utilisation du biogaz) et mobilisation des acteurs (politiques et population avoisinante de la future installation) ;
    - La Ville de Montréal privilégie l'identification des sites potentiels par les instances politiques des arrondissements, à partir des critères techniques résumés aux fiches concept de l'annexe C.
    - Ensuite, un processus d'analyse des meilleurs emplacements, en fonction des utilisations possibles du biogaz et autres exigences techniques, permettra de choisir définitivement des emplacements pour les trois nouvelles installations à implanter : deux installations de digestion anaérobie et un centre de compostage fermé.
3. Élaboration de la démarche de mise en oeuvre des infrastructures et approbation par le Conseil de Ville;
    a. Description des étapes de mise en oeuvre et contenu sommaire,
    b. Proposition d'un calendrier réaliste de mise en œuvre,
    c. Arrimage du calendrier de mise en oeuvre des collectes de matières organiques,
    d. Budget d'immobilisation nécessaire et choix du cadre de financement,
    e. Prévisions budgétaires (immobilisations et opérations) selon le calendrier établi pour la construction des installations et les marges de coûts à prévoir.
4. Formation du comité de sélection des soumissionnaires (représentants techniques du service de gestion des matières résiduelles, des travaux publics et/ou autres, représentants légaux, administratifs – approvisionnements et immeubles);
5. Sélection d'un expert conseil (s'il y a lieu) pour l'élaboration/validation du contenu technique détaillé des étapes de mise en oeuvre et l'accompagnement du comité de sélection de la Ville pendant le processus d'appel de qualification, d'appel de propositions et pour la négociation de l'entente finale (le contrat de gestion à long terme).

La mise en place de la collecte résidentielle des matières à traiter doit aussi être coordonnée en fonction des différentes étapes et du calendrier de mise en route des installations de traitement. Sont également à prendre en compte, pour l'arrimage avec les choix technologiques et la définition des capacités de traitement, les éléments suivants :

- L'approche de collecte (collecte combinée ou séparée des résidus alimentaires et des résidus verts), qui a un impact sur le dimensionnement des installations de compostage fermé (pour RA et RV récupérés ensemble) et de digestion anaérobie (pour RA seulement);
- La liste des matières acceptées et refusées, le type de sacs permis (plastique ordinaire, plastique compostable ou sac de papier/vrac);
- Les dates et les stratégies de mise en oeuvre des collectes, qui ont un impact sur le rendement de récupération prévisible, de même que sur le dimensionnement des infrastructures.

L'étape du choix des sites d'implantation peut être réalisée avant ou en même temps que l'appel de qualification. Cependant, dans le contexte où la recherche des sites est à peine amorcée en 2008, et considérant les difficultés appréhendées à ce sujet, il est souhaitable de la mettre en oeuvre préalablement au lancement des appels de qualification des installations fermées de compostage et de digestion anaérobie. D'une part, les délais de réalisation sont difficiles à prévoir pour le choix des emplacements, surtout lorsqu'ils ne sont pas déjà la propriété de l'administration publique gérant le projet (la Ville de Montréal, l'agglomération ou une ville liée). D'autre part, le processus de sélection des partenaires à la réalisation du projet d'infrastructures peut être affecté lorsque le site d'implantation n'est pas connu. En effet, les risques financiers sont d'autant plus importants dans ce type de projet qu'il y a d'inconnues ou d'incertitudes techniques au moment de la planification et pendant le processus de sélection des partenaires (Chamberland, 2008).

La mise en place des infrastructures doit être planifiée selon un calendrier qui tient compte des délais requis pour chacune des étapes de planification mentionnées précédemment et des étapes de mise en oeuvre propres à chacune des installations.

L'échéancier préliminaire de planification et de mise en oeuvre de la figure 7.1 fournit, à titre indicatif, des délais auxquels on peut s'attendre, selon un scénario conservateur. Étant donné qu'un site de compostage existe déjà au CESM, un scénario optimal d'implantation peut être considéré à ce stade-ci de planification, de manière à accélérer la mise en oeuvre.

Figure 7.1 Échéancier préliminaire de mise en œuvre des quatre installations de traitement des matières organiques à Montréal

	2009				2010				2011				2012				2013				2014			
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4
Planification de la mise en œuvre																								
Sélection des modèles de gestion pour chacune des infrastructures (propriété, opération)																								
Élaboration de la démarche / calendrier de mise en œuvre, prévisions budgétaires et approbation du Conseil																								
Choix des sites pour l'implantation des infrastructures de digestion anaérobie (2 et 3) et de compostage (4)																								
Coordination de la mise en route des services de collecte résidentielle en fonction de la démarche approuvée																								
Formation du comité de sélection des soumissionnaires pour la démarche de mise en œuvre																								
Étude de dispersion des odeurs et validation du concept de compostage au site du CESM																								
Processus d'appel d'offres pour les services externes de compostage - transitoires et complémentaires																								
Installation no. 1 de compostage au CESM - Scénario optimal																								
Consultation et approbation du site du CESM et du concept d'aménagement																								
Processus d'appel de qualification pour la présélection du concepteur/constructeur et opérateur [(1)]																								
Processus d'appel de propositions pour le choix du concepteur/constructeur et opérateur (si applicable)																								
Demandes d'autorisation MDDEP et plans et devis pour construction																								
Construction de l'installation no. 1 de compostage au CESM																								
Installation DA no. 2 (sud-est) - Scénario conservateur																								
Sélection des sites no. 2 et 3, consultation et approbation																								
Processus d'appel de qualification pour le choix de la technologie de digestion anaérobie (procédé humide)																								
Processus d'appel de propositions pour le choix du concepteur/constructeur et opérateur																								
Demandes d'autorisation et plans et devis pour construction																								
Construction de l'installation no.2 de digestion anaérobie																								
Installation DA no. 3 (est) - Scénario conservateur																								
Processus d'appel de propositions pour le choix du concepteur/constructeur et opérateur																								
Demandes d'autorisation et plans et devis pour construction																								
Construction de l'installation no.3 de digestion anaérobie																								
Installation fermée de compostage no. 4 (ouest) - Scénario conservateur																								
Sélection du site no. 4, consultation et approbation																								
Processus d'appel de qualification pour la présélection du concepteur/constructeur et opérateur																								
Processus d'appel de propositions pour le choix du concepteur/constructeur et opérateur																								
Demandes d'autorisation et plans et devis pour construction																								
Construction de l'installation no. 4 de compostage fermé																								

[(1)] Le processus d'appel de qualification et d'appel de proposition désigne ici toutes les étapes du processus jusqu'au choix du promoteur et l'octroi du contrat au concepteur/constructeur et opérateur.

Cet échéancier tient compte de la planification suivante pour l'implantation des infrastructures et des services de traitement des matières organiques à Montréal :

1. **D'abord, la modification et l'agrandissement de l'installation no.1 de compostage au CESM, dans les meilleurs délais :**
   - Pour la réception, à court terme et d'ici la mise en route du centre de compostage fermé dans l'ouest, des résidus alimentaires et des résidus verts provenant des villes liées et des arrondissements qui mettent en place, progressivement, les services de collecte permettant de valider les rendements prévisibles, la qualité des matières organiques récupérées et les modalités de collecte (fréquence, contenants, outils de communication);
   - Pour le traitement, à moyen et long terme, du digestat solide provenant des installations de digestion anaérobie (en tout ou en partie) et de résidus verts provenant des arrondissements des secteurs de l'est.

2. **Ensuite, la mise en oeuvre de l'installation no.2 de digestion anaérobie (sud-est) coordonnée avec la mise en oeuvre de l'installation no.3 de digestion anaérobie (est) :**
   - Pour y recevoir les résidus alimentaires (RA en sacs) issus de la collecte dans les arrondissements de l'est de l'île.

3. **Et la mise en oeuvre, en parallèle, de l'installation no.4 de compostage fermé (ouest) :**
   - Pour le traitement des résidus alimentaires et des résidus verts récupérés ensemble (bac roulant ou autre), sans sacs de plastique ordinaire, et le transbordement des résidus verts (et déchiquetage de branches s'il y a lieu) durant la période des pointes saisonnières de production (printemps et automne) vers des sites de compostage externes (sur aire ouverte).

La liste plus détaillée des étapes de la démarche de mise en oeuvre est fournie au tableau 7.1 pour l'installation de compostage au CESM, au tableau 7.2 pour les deux installations de digestion anaérobie et au tableau 7.3 pour l'installation de compostage en système fermé dans l'ouest.

Tableau 7.1 Échéancier préliminaire de planification et de mise en oeuvre de l'installation no.1 de traitement par compostage au CESM (scénario optimal)

ÉTAPES ET ACTIVITÉS	Date de début	Date de fin
Planification et mise en oeuvre de l'installation no.1 de compostage au CESM		
Étude complémentaire pour valider le concept technologique et la capacité de réception en fonction des nouvelles exigences du MDDEP (étude de dispersion des odeurs) et approbation	2009, Q1	2009, Q3
Processus d'appel de qualification (AQ) (1) pour la présélection du concepteur/constructeur et opérateur	2009, Q2	2009, Q3
Présentation des promoteurs et analyse par le comité	2009, Q3	2009, Q3
Présélection des promoteurs – comité technique et Conseil	2009, Q4	2009, Q4
Processus d'appel de propositions (AP) (1) pour le choix du concepteur/constructeur et opérateur	2009, Q4	2010, Q1
Présentations et entrevues avec les soumissionnaires	2010, Q2	2010, Q2
Analyse et choix du concepteur/constructeur et opérateur - comité technique et Conseil de Ville	2010, Q3	2010, Q3
Négociation de l'entente et octroi du contrat pour concevoir/construire et opérer l'installation no.1	2010, Q4	2010, Q4
Demandes d'autorisation au MDDEP et plans et devis pour construction	2010, Q4	2011, Q2
Construction de l'installation no.1 de compostage au CESM	2011, Q2	2012, Q3

(1) Le processus comprend la préparation du document d'appel d'offres, le lancement et la fermeture.

Tableau 7.2 Échéancier préliminaire de planification et de mise en oeuvre des installations de traitement no. 2 et 3 de digestion anaérobie (scénario conservateur)

ÉTAPES ET ACTIVITÉS)	Date de début	Date de fin
Planification et mise en oeuvre de l'installation DA no. 2 (sud-est)		
Sélection des sites no. 2 et 3, approbation et consultation publique	2009, Q1	2009, Q4
Formation du comité de sélection, choix des modèles de gestion	2009, Q1	2009, Q2
Processus d'appel de qualification (AQ) (1) pour le choix de la technologie de digestion anaérobie (procédé humide)	2009, Q2	2009, Q3
Présentation des promoteurs et analyse par le comité	2009, Q4	2009, Q4
Présélection des promoteurs – comité technique et Conseil	2010, Q1	2010, Q1
Processus d'appel de propositions (AP) (1) pour le choix du concepteur/constructeur et opérateur (si applicable)	2010, Q1	2010, Q2
Présentations et entrevues avec les soumissionnaires	2010, Q3	2010, Q3
Analyse et choix du concepteur/constructeur et opérateur (si applicable) - comité technique et Conseil de Ville	2010, Q4	2010, Q4
Négociation de l'entente et octroi du contrat pour concevoir/construire et opérer (si applicable) l'installation no.2	2011, Q1	2011, Q2
Demandes d'autorisation et plans et devis pour construction	2011, Q2	2011, Q4
Construction de l'installation de digestion anaérobie no.2	2012, Q1	2013, Q4
Planification et mise en oeuvre de l'installation DA no 3 (est)		
Processus d'appel de propositions (AP) (2) pour le choix du concepteur/constructeur et opérateur (si applicable)	2011, Q1	2011, Q2
Présentations et entrevues avec les soumissionnaires	2011, Q3	2011, Q3
Analyse et choix du concepteur/constructeur et opérateur (si applicable) - comité technique et Conseil de Ville	2011, Q4	2011, Q4
Négociation de l'entente et octroi du contrat pour concevoir/construire et opérer (si applicable) l'installation no.3	2012, Q1	2012, Q2
Demandes d'autorisation et plans et devis pour construction	2012, Q2	2012, Q4
Construction de l'installation de digestion anaérobie no.3	2013, Q1	2014, Q4

(1) Le processus comprend la préparation du document d'appel d'offres, le lancement et la fermeture.

(2) La démarche suppose que le choix du site et les concepts d'agencement des infrastructures (capacité de réserve, services externes complémentaires, etc.) sont faits avant la fin de 2009.

Tableau 7.3 Échéancier préliminaire de planification et de mise en oeuvre de l'installation no.4 de traitement par compostage en système fermé (scénario conservateur)

ÉTAPES ET ACTIVITÉS	Date de début	Date de fin
Planification et mise en oeuvre de l'installation fermée de compostage no.4 (ouest)		
Sélection du site no.4, approbation et consultation publique	2009, Q1	2009, Q4
Processus d'appel de qualification (AQ) (1) pour la présélection du concepteur/constructeur et opérateur (si applicable)	2010, Q1	2010, Q2
Présentation des promoteurs et analyse par le comité	2010, Q3	2010, Q3
Présélection des promoteurs – comité technique et Conseil	2010, Q4	2010, Q4
Processus d'appel de propositions (AP) (1) pour le choix du concepteur/constructeur et opérateur (si applicable)	2010, Q4	2011, Q2
Présentations et entrevues avec les soumissionnaires	2011, Q3	2011, Q3
Analyse et choix du concepteur/constructeur et opérateur (si applicable) - comité technique et Conseil de Ville	2011, Q4	2011, Q4
Négociation de l'entente et octroi du contrat pour concevoir/ construire et opérer (si applicable) l'installation no.4	2011, Q4	2012, Q1
Demandes d'autorisation et plans et devis pour construction	2012, Q2	2012, Q4
Construction de l'installation no.4 de compostage fermé	2012, Q4	2014, Q2

(1) Le processus comprend la préparation du document d'appel d'offres, le lancement et la fermeture.

(2) La démarche suppose que le choix du site et les concepts d'agencement des infrastructures (capacité de réserve, services externes complémentaires, etc.) sont faits avant la fin de 2009.

7.2 Estimation préliminaire et budgétaire des coûts

Une première estimation budgétaire des coûts de construction et d'opération des infrastructures de compostage et de digestion anaérobie nécessaires pour le traitement annuel d'environ 200 000 tonnes de matières organiques à l'horizon 2018 a été effectuée dans le cadre de l'étude de SOLINOV (2006). Cette estimation était notamment basée sur les marges proposées dans les références les plus à jour consultées en 2006 (MWIN et RCA, 2006 et FCM, 2004). Elle prenait également en compte les coûts de construction et les coûts d'opération disponibles au moment de réaliser l'étude, pour des infrastructures de même type en opération en Ontario ou ailleurs au Canada. Notons qu'elle s'appliquait à l'agencement des infrastructures de traitement des matières organiques qui avait été retenu pour l'élaboration du PDGMR 2008-2012.

Cette estimation des coûts a été mise à jour afin d'intégrer les plus récentes informations cumulées au cours de la présente étude (revue des expériences municipales), tout en tenant compte des autres références citées précédemment.

Pour les installations de digestion anaérobie (procédé humide), les informations obtenues de la Ville de Toronto ont été jugées les plus représentatives du contexte de l'agglomération de Montréal.

Toronto planifie en effet la construction de deux installations de 55 000 tonnes/an d'ici 2013 et a rendu publiques ses prévisions budgétaires en 2007 (Ville de Toronto, 2007). Ces prévisions sont notamment basées sur plusieurs années d'opération de l'usine pilote de 35 000 tonnes de capacité aménagée au site de transfert de Dufferin. Il s'agit donc de la principale source d'information considérée pour établir un budget préliminaire de construction et d'opération des deux usines de digestion anaérobie de Montréal. Or, étant donné d'une part que les localisations ne sont pas connues et, d'autre part, que l'utilisation du biogaz n'est pas déterminée, les marges budgétaires doivent êtres considérées à titre indicatif seulement.

Pour l'installation de compostage en système fermé, les données sur les coûts de construction et d'opération varient beaucoup selon la technologie utilisée et le contexte propre à chacun des projets. Il faut donc utiliser avec réserve les indications budgétaires ici proposées. Les projets de la Ville de Hamilton et de la Ville de Ottawa ont principalement été considérés pour la mise à jour de l'estimation de 2006.

L'estimation préliminaire indique donc que la Ville de Montréal doit prévoir les budgets suivants pour la construction et l'opération des infrastructures de traitement des matières organiques sur son territoire (en dollars 2008):

- **Deux installations de digestion anaérobie pour traiter un total de 90 000 tonnes/an de RA** :

  70 M$ pour la construction et de 130 à 150$/tonne pour le coût de revient à la tonne (frais de remboursement du capital et coût d'opération inclus) selon les revenus qu'il sera possible d'obtenir de l'énergie nette produite.

- **Un centre de compostage en système fermé pour traiter 50 000 tonnes/an de RA+RV** :

  30 M$ pour la construction et de 85 à 95$/tonne pour le coût de revient à la tonne (frais de remboursement du capital et coût d'opération inclus).

- **Un centre de compostage semi-fermé au CESM** (prétraitement par compostage en tunnels, piles statiques aérées recouvertes et andains retournés) pour traiter **25 000 tonnes/an de digestat et environ 12 000 tonnes/an de feuilles mortes** :

  15 M$ pour la construction et de 65 à 75 $/tonne pour le coût de revient à la tonne (frais de remboursement du capital et coût d'opération inclus).

Le budget d'immobilisation total est donc de l'ordre de 115 M$ (4 centres) avec possiblement deux ou trois centres pouvant être mis en place d'ici 4 ou 5 ans (85 M$) selon les résultats de la démarche de sélection des sites qui n'est pas encore complétée, sauf pour le CESM qui est un site de compostage existant.

Ce budget comprend l'ensemble des coûts de construction :

- l'ensemble des équipements de traitement des matières organiques;
- les équipements de traitement du biogaz;
- les équipements de traitement des odeurs;
- les infrastructures, bâtiments, travaux d'aménagement et de génie civil;
- les frais d'ingénierie et d'administration du contrat.

Le coût d'achat de terrain et les frais d'implantation spécifiques à une localisation (ex : expropriation, décontamination ou autre) ne sont toutefois pas inclus. L'estimation pourrait être modifiée de façon significative advenant qu'il ne serait pas possible d'implanter les infrastructures projetées sur le territoire montréalais, selon les concepts techniques préliminaires considérés à la présente étude (voir fiches concepts à l'annexe C). Une situation d'autonomie complète pourrait également modifier considérablement ces coûts budgétaires qui n'incluent pas les frais de traitement des résidus verts transportés à l'extérieur de Montréal.

En revanche, les coûts pourraient être influencés par :

- La capacité nominale de l'installation et la capacité de réserve, notamment pour les cas de défaillance technique;
- Les exigences techniques spécifiques (construction et exploitation), notamment pour le contrôle des nuisances potentielles;
- Les conditions d'implantation propres aux emplacements choisis pour les installations (coût du terrain, démolition requise, services et aménagements existants, équipements connexes, décontamination requise, coût du terrain, frais d'expropriation si applicables, etc.).

7.3 Cadre financier pour la mise en oeuvre

Une revue des sources possibles de financement pour ce projet a été effectuée. Ces sources sont essentiellement d'origine gouvernementale et axées sur des préoccupations environnementales reliées à la réduction de GES ou à la promotion d'énergies nouvelles. Les programmes gouvernementaux (ou para-gouvernementaux) qui ont été étudiés sont les suivants :

- Programme Biogaz, ministère du Développement durable, Environnement et Parcs, Gouvernement du Québec;
- Fonds municipal vert (FMV), Fédération canadienne des municipalités, le financement du fonds provient du Gouvernement du Canada;
- Fonds de développement de la métropole, ministère des Affaires municipales, des Régions et de l'Occupation du territoire, Gouvernement du Québec;
- Programme écoÉnergie pour l'électricité renouvelable, ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Gouvernement du Canada;
- Fonds technologique du développement durable, Fondation sans but lucratif, le financement du fonds provient du Gouvernement du Canada;
- Plan d'action sur les changements climatiques et le projet de digesteur anaérobie, Gouvernement du Québec.

Chacun de ces programmes a fait l'objet d'une fiche présentée à l'annexe E. Force est de constater que les sources réelles de financement du projet de la Ville de Montréal ne sont pas si nombreuses, car beaucoup de ces programmes ont des critères d'éligibilité assez restrictifs. De plus, les programmes qui semblent les plus pertinents n'offrent que des aides financières somme toute assez modestes. C'est le cas pour le Fonds municipal vert qui, au mieux, pourrait prêter jusqu'à 3 millions de dollars et octroyer jusqu'à 300 000 $ sous forme de subvention.

Il y aurait deux autres sources de financement sur lesquelles le projet pourrait éventuellement compter :

- Programme national de financement des infrastructures de valorisation des matières organiques d'ici la fin de 2012.

  La CMM a formulé une demande au MDDEP pour la création d'un tel programme en septembre 2007, notamment sur la base d'une étude réalisée par SNC Lavalin/Solinov (2007) démontrant le potentiel de réduction des GES et la contribution de la valorisation des matières organiques au plan québécois sur les changements climatiques. Cette demande a été réitérée en février 2008 à l'occasion des audiences sur la gestion des matières résiduelles tenue par la Commission des transports et de l'environnement de l'Assemblée nationale du Québec en vue de réactualiser la Politique québécoise de gestion des matières résiduelles. Elle fait consensus dans le monde municipal comme en témoigne la déclaration commune signée par les représentants de la CMM, de l'UMQ, de la FQM, de la CMQ et de l'AOMGMR en 2008. Les recommandations de la CMM et les références à l'appui de la demande du monde municipal pour la création d'un programme de financement des infrastructures sont présentées sur le site internet de la CMM : http://gmr.cmm.qc.ca/index.php?id=372;

- Échanges des crédits de carbone sur la place boursière, incluant la bourse de Montréal (en association avec la bourse de Chicago). Si les deux niveaux de gouvernement accordent concrètement à la réduction des gaz à effet de serre l'importance qu'elle occupe dans le discours public, la vente de crédits de carbone, en mode opératoire, pourrait se révéler une source intéressante de recettes. Une courte explication de ce mécanisme est présentée à l'annexe F.

Pour les investissements initiaux des digesteurs anaérobies, il faudra que la Ville s'en remette à ses mécanismes usuels pour financer l'essentiel de ses besoins de trésorerie sans pour autant négliger les quelques sources gouvernementales mentionnées dans cette section.

7.4 Mobilisation des acteurs pour la mise en oeuvre

Dans la poursuite de la démarche participative adoptée par l'agglomération de Montréal pour l'adoption de son PDGMR 2008-2012, la Division de la gestion des matières résiduelles de la Ville de Montréal entend mobiliser les acteurs afin d'assurer la réussite de la mise en oeuvre des infrastructures de traitement des matières organiques sur son territoire.

La planification de la mise en oeuvre se fait avec la même volonté de poursuivre l'engagement vers un développement durable. Elle est basée sur une préoccupation déjà exprimée de faire participer les intervenants nécessaires au succès du projet d'infrastructures de valorisation des matières résiduelles.

8.0 Liste des références bibliographiques

CHAMBERLAND, D. (2008). *Tendering and RFP pitfalls to avoid*. Exposé donné lors de la 18e Conférence du Conseil canadien du compostage, Beaupré, 17-18 septembre, 2008.

CNRC, BIOTECHNOLOGY RESEARCH INSTITUTE (2004). *Anaerobic digestion as a sustainable solution for biosolids management by the Montreal Metropolitan Community*, Proceedings of the 10th World Congress on Anaerobic Digestion, Montreal, Qc, Canada; 30 août- 2 sept. 2004, 6 pages.

DESSAU-SOPRIN / 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*, 176 pages + annexes.

FCM (2004). *Solid Waste as a Resource : Guide for Sustainable Communities*, Fédération canadienne des municipalités (FCM), 267 pages + annexes.

IEA Bioenergy (2006). Biogas Upgrading to Vehicles Fuel Standards and Grid injection, Task 37 Energy from Biogas and landfill Gas, 2006.

IEA Bioenergy (2006). *Biogas Upgrading and Utilisation*, Task 24 Energy from Biological conversion of organic waste.

GAZODUC TRANS QUÉBEC & MARITIMES INC. (2008). *Cédule tarifaire TBG – Transport du biogaz.*

MDDEP (2008). *Lignes directrices pour l'encadrement des activités de compostage*. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Direction des politiques en milieu terrestre, Service des matières résiduelles. Juillet 2008.

MWIN et RCA (2006). *Municipal Solid Waste (MSW) Options: Integrated Organic Management and Residue Treatment/Disposal*. MWIN (Municipal Waste Integration Network) et RCA (Recycling Council of Alberta), 180 pages + annexes.

OSTREM, K. (2004). *Greening Waste: Anaerobic digestion for treating the organic fraction of municipal solid wastes*, 2004.

SENECA (2008). *Bilan énergétique et économies d'énergie Station d'épuration de Montréal*, juin 2008.

SOLINOV (2006). *Étude de faisabilité des technologies de traitement des matières organiques applicables aux territoires de l'agglomération de Montréal*. Réalisée pour la Ville de Montréal avec la collaboration de TECSULT, novembre 2006, 143 pages + annexes.

SOLINOV (2007). *Analyse de scénarios technologiques de traitement des matières organiques de l'agglomération de Montréal en vue de l'ACV simplifiée du CIRAIG*, Réalisée pour la Ville de Montréal, juillet 2007, 36 pages + annexes.

VAN OPSTAL, B. (2006 a). *Evaluating AD System Performance for MSW Organics*. *Part I.* BioCycle, novembre 2006, Vol. 47, No. 11, p.35.

VAN OPSTAL, B. (2006 b). *Managing AD System Logistics for MSW Organics. Part II.* BioCycle, décembre 2006, Vol. 47, No. 12, p.39.

VILLE DE MONTRÉAL (2008). *Projet de Plan directeur de gestion des matières résiduelles de l'agglomération de Montréal*. PDGMR 2008-2012, 130 pages + annexes.

VILLE DE TORONTO (2007). *SSO Public Facility Business Plan – Recommendations of the Planning Study for Expanded Public SSO Processing Capacity*. Staff report, May 2007.

Annexe A

Fiches sur les expériences municipales

Compostage en système fermé

Fiche sommaire - HAMILTON

HAMILTON, Canada **Centralized Composting Facility (CCF)**	Capacité : 60 000 t.m./an Année de construction : 2005-2006 Coût de construction : 30,7 M$ CAN Gestion : publique (terrain/infrastructure) privée (construction/opération)

Photo : SOLINOV

Quantité, nature et mode de collecte des intrants	
Capacité	• Matières organiques résidentielles séparées à la source seulement, composées de résidus alimentaires et de résidus verts; • 60 000 tonnes/an; • Capacité de pointe de 90 000 tonnes/an.
Clientèle	• 440 000 ménages dont : – 150 000 ménages de Hamilton; – 140 000 ménages de Halton; – 150 000 ménages de Simcoe County (incluant Barrie), depuis l'automne 2008.
Collecte	• Les sacs de plastique (polyéthylène) sont interdits; • Certains sacs de plastique compostables (certifiés et identifiés comme tels par la Ville de Hamilton) sont acceptés depuis avril 2008; les collecteurs ont été informés pour reconnaître les sacs acceptés et ne vident pas les bacs contenant des corps étrangers apparents ni des sacs non-conformes; • Bacs roulants de 120 L (95% des bacs distribués) et petits bacs de 40 L *Rehrig* (5% des bacs distribués); • Co-collecte hebdomadaire des matières organiques et des déchets; • Collecte distincte, en période de pointe (soit 7 collectes d'avril à juillet et 6 collectes d'octobre à décembre), pour les résidus verts acheminés à un autre site de compostage où sont traités les résidus verts en andains retournés sur aire ouverte; • Rendement de collecte : 220 kg (résidus alimentaires + résidus verts)/ménage (2007); • Collecte hebdomadaire des matières recyclables en deux fractions : fibres (papier et carton) séparées des contenants (plastique, verre, métal).

HAMILTON, Canada
Centralized Composting Facility (CCF)

suite

Aménagement, procédés, mode d'opération

Procédé

- Réception et préparation des matières (tri, déchiquetage et ajout d'agents structurants);
- Alimentation automatisée des tunnels de la Phase 1;
- Compostage en tunnels fermés avec aération forcée positive (Phase 1 : 7 à 10 jours);
- Compostage en tunnels fermés avec aération forcée positive (Phase 2 : 7 à 10 jours);
- Après les deux phases de compostage en tunnels, tamisage du compost jeune;
- Maturation (approximativement 30 jours) dans un bâtiment fermé adjacent aux tunnels;
- Tour de lavage et biofiltre pour traitement de l'air du bâtiment de compostage et des tunnels;
- Contrôle des opérations peut être automatisé (entièrement contrôlé de la Hollande via ordinateur par le groupe Van Kaathoven), semi-automatisé ou manuel.

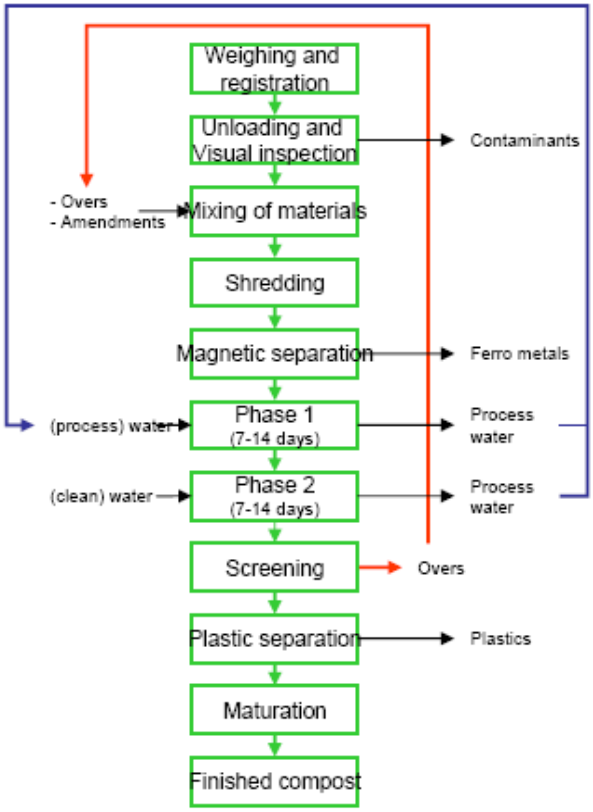
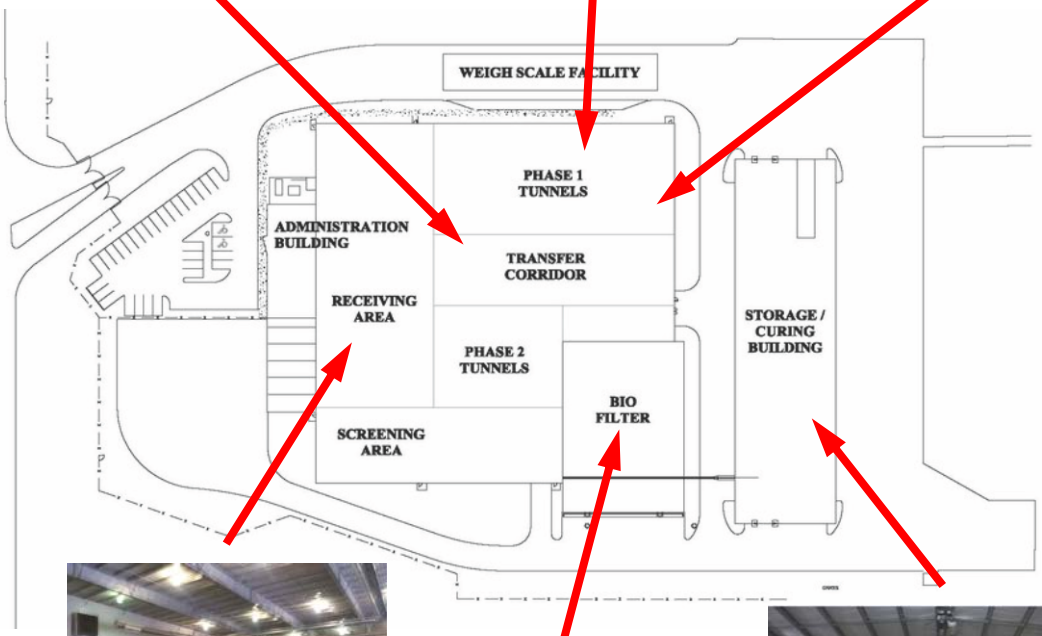


Illustration : Maple Reinders (2006)

HAMILTON, Canada suite
Centralized Composting Facility (CCF)

Aménagement, procédés et mode d'opération suite



Photos : Maple Reinders (2006)
et Ville d'Hamilton (2008)

HAMILTON, Canada Centralized Composting Facility (CCF) suite	
Aménagement, procédés et mode d'opération suite	
Compost	• Compost répondant aux normes CCME A (équivalent BNQ A); • Quantités produites : 7400 tonnes (2007). La demande en compost est supérieure à la production; • 2% du compost est géré par la Ville d'Hamilton qui l'utilise pour ses parcs municipaux et aménagements extérieurs, et le restant (98%) est géré par l'exploitant, soit Maple Reinders qui vend le compost; • Partage des revenus de vente : 75% à Maple Reinders et 25% à la Ville d'Hamilton.
Rejets	• **Rejets liquides** L'eau provenant des matières en compostage dans les tunnels est collectée par un réseau de captage dans le plancher des tunnels. Toute l'eau ainsi recueillie est recirculée et réutilisée; aucun rejet net d'eaux usées. • **Rejets solides** Le taux de rejet (matières indésirables inertes) a été de 1,77% en 2006 (le principal indésirable métallique étant de la coutellerie) et de 3,47% en 2007 (augmentation de la présence de verre; une campagne de sensibilisation a depuis été lancée pour rectifier la situation). • **Rejets atmosphériques** L'air de procédé (bâtiment de compostage et tunnels) est capté et dirigé vers une tour de lavage pour humidifier l'air avant son entrée dans un biofiltre organique. Le biofiltre est hors-sol, entouré de murs de béton et partiellement ouvert sur le dessus.
Localisation	• Au cœur du quartier industriel de la Ville d'Hamilton; • Les résidences (4) les plus près du site sont à 650 mètres, et 1,5 kilomètres séparent les prochaines résidences du centre de compostage; • Le choix du site a fait l'objet d'une consultation publique (2 rencontres) en 2004.
Superficies	• Terrain : 4 hectares • Ensemble des installations de compostage (incluant le bâtiment administratif): 17 000 m^2 • Bâtiment de compostage (incluant l'aire de réception, les tunnels et l'aire d'affinage): 12 500 m^2 • Bâtiment de maturation : 3500 m^2

HAMILTON, Canada Centralized Composting Facility (CCF)	suite
Démarche d'implantation et expérience d'exploitation	
Échéancier	• **2001** : Approbation par le conseil municipal du plan de gestion • **2002** : Mise en place de projets pilotes (2500 ménages) Mise en branle du processus de recherche et de sélection de sites potentiels • **2003** : Expansion des projets pilotes (ajout de 2500 ménages) Lancement des appels de qualification et des appels de propositions pour la construction • **2004** : Consultation publique (2 rencontres) pour la sélection du site Choix du site Octroi du contrat à Maple Reinders Approbation du mode de collecte • **2005** : Début des travaux de construction Lancement des appels de propositions pour les services de collecte, l'achat des bacs et le matériel de communication • **2006** : Campagne de communication auprès des citoyens (40 000 ménages sur 150 000 ont été rencontrés via une campagne porte à porte) Distribution des bacs Mise en opération du centre de compostage
Partenaires	• Constructeur : Maple Reinders Constructors Ltd. • Promoteur de la technologie des tunnels : Christiaens Controls B.V. • Opérateur : Aim Environmental Group/The Van Kaathoven Group • Entrepreneur de collecte : Ville d'Hamilton et collecteurs privés
Mode de gestion	• La Ville d'Hamilton a opté pour un mode de gestion en partenariat avec l'entreprise privée pour la construction et l'opération du centre de compostage considérant que l'entrepreneur qui détient la technologie a aussi la connaissance et l'expérience requises pour l'opérer. Cette formule garantit à la ville une implication de l'entrepreneur au-delà de l'étape de construction. • Propriété du terrain : Ville d'Hamilton • Propriété des infrastructures : Ville d'Hamilton • Conception, construction et opération (*Design, Build & Operate*): Maple Reinders a choisi une technologie du groupe Christiaens Controls B.V., et le groupe Van Kaathoven ainsi que Aim Waste Management pour l'opération du centre de compostage. • Durée du contrat d'exploitation par le privé : 15 ans
Coûts	• Coût de construction : 30,7 M$ • Coût d'opération : 29 M$ pour 15 ans (< 2 M$/an) • 5 employés à temps plein

Compostage en système fermé

Fiche sommaire - PEEL

PEEL, Canada **Integrated Waste Management Facility (IWMF)**	Capacité : 60 000 t.m./an Année de construction : 2005-2006 Coût de construction : 10,4 MS CAN Gestion : publique

Photo : www.region.peel.on.ca

Quantité, nature et mode de collecte des intrants	
Capacité	• Sur le territoire de la Région de Peel, trois sites de compostage traitent annuellement un total de 72 000 tonnes de matières organiques séparées à la source d'origine résidentielle (soit des résidus alimentaires et des résidus verts); • Deux sites de compostage possèdent des systèmes fermés (tunnels et conteneurs) où se déroule la première phase de décomposition rapide (phase thermophile); • La phase de maturation est réalisée en andains retournés sur aire ouverte sur un site situé à une distance de transport du IWMF d'environ 30 minutes. L'étape de maturation se déroule sur un autre site en raison de contraintes d'espace aux deux autres sites de traitement en tunnels; • 60 000 tonnes/an (capacité du centre de compostage IWMF); • 12 000 tonnes/an (capacité d'un second centre de compostage en tunnels construit en 1995).
Clientèle	• 285 000 ménages de la Région de Peel qui comprend les villes de Brampton, Caledon et Mississauga.
Collecte	• Les sacs de plastique (polyéthylène) sont interdits; • Les sacs de plastique compostables sont acceptés, mais seulement ceux certifiés par le *Biodegradable Products Institute* (BPI) et portant le logo suivant : COMPOSTABLE • Co-collecte hebdomadaire des résidus alimentaires (bac de 45 L *Norseman*) et des matières recyclables; • Collecte hebdomadaire des déchets, le même jour que la co-collecte des autres matières; • Collecte distincte pour les résidus verts en sacs de papier. Dans les villes de Brampton et de Mississauga, la collecte des résidus verts est hebdomadaire d'avril à juin et d'octobre à novembre et bimensuelle de juillet à septembre (environ 29 collectes), alors que la collecte des résidus verts est bimensuelle d'avril à novembre inclusivement dans la ville de Caledon (environ 19 collectes); • Rendement de collecte : 125 kg (résidus alimentaires)/ménage (2008) et 40 500 tonnes de résidus verts (2007).

PEEL, Canada — suite

Integrated Waste Management Facility (IWMF)

Aménagement, procédés, mode d'opération

Procédé

- **Centre de compostage IWMF (phase de décomposition rapide)**
  - Réception et préparation des matières (tri, déchiquetage et ajout d'agents structurants)
  - Compostage en tunnels fermés avec aération forcée positive (10 jours)
  - Traitement de l'air du bâtiment de compostage et des tunnels avec un biofiltre inorganique
- **Site de compostage sur aire ouverte (phase de maturation)**
  - Maturation de 3 à 4 mois en andains retournés sur aire ouverte
  - Tamisage et mise en marché

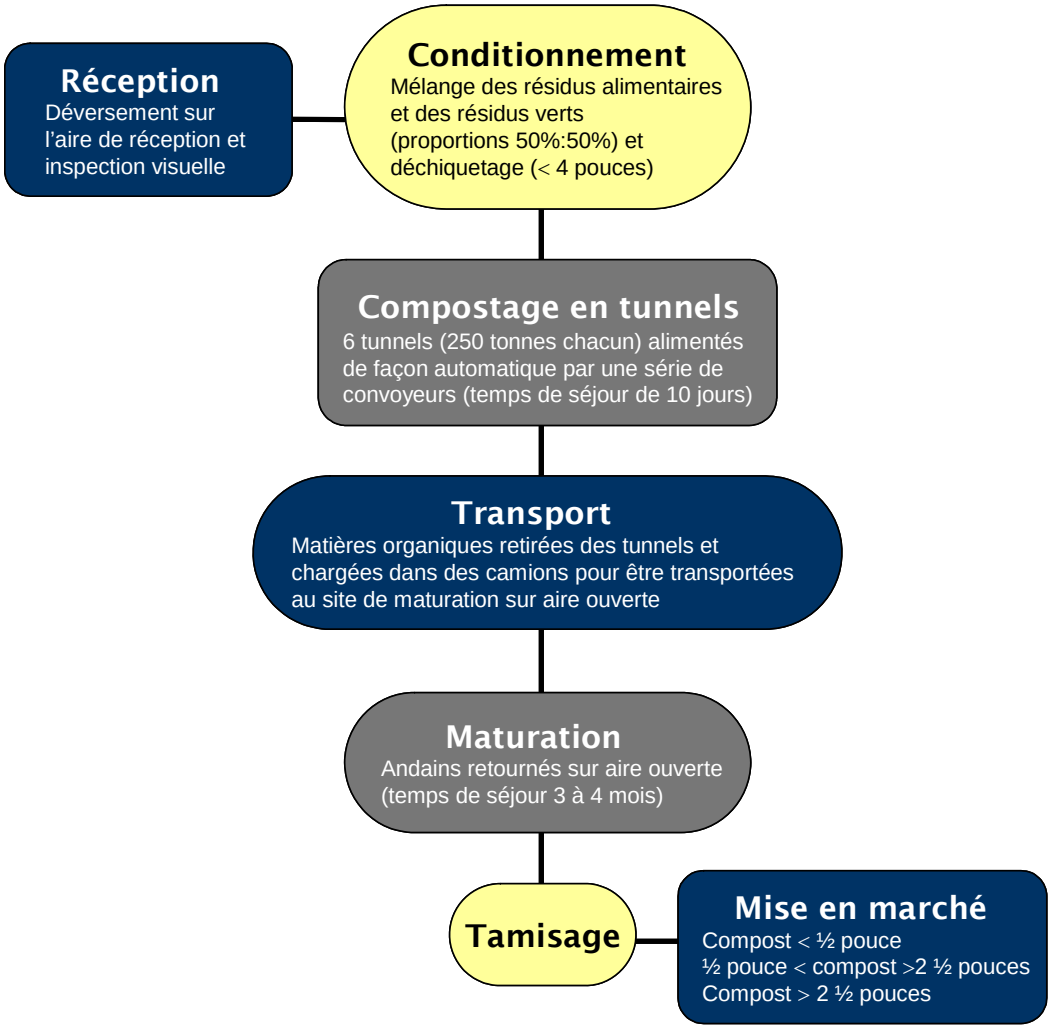


Schéma : SOLINOV

PEEL, Canada — Integrated Waste Management Facility (IWMF) — suite	
Aménagement, procédés, mode d'opération — suite	
Compost	• Compost produit répond aux normes CCME A (équivalent BNQ A); • Mise en marché du compost par la Région de Peel (gestion publique); • Trois types de compost sont produits : – Compost tamisé à ½ pouce Vendu en vrac à des centres jardin, des compagnies d'aménagement paysager et aux citoyens au prix de 35$/tonne – Compost tamisé entre ½ pouce et 2 ½ pouces Utilisé pour des applications municipales (application sur le site d'enfouissement, etc.) – Compost plus grossier que 2 ½ pouces Utilisé en agriculture et possible utilisation éventuelle comme combustible (combustion) • 32 400 tonnes de compost ont été produites en 2007 et principalement vendues à des entrepreneurs en aménagement paysager, à des fabricants de terre végétale (*topsoil*) et de terreaux, à des horticulteurs et aux citoyens de la Région de Peel. Une minime fraction du compost a été distribuée gratuitement à des groupes communautaires.
Rejets	• **Rejets liquides** Un pré-traitement par dégrillage est utilisé pour les eaux usées qui sont ensuite déversées dans le réseau public d'égouts (aucune récupération ni recirculation de l'eau). • **Rejets solides** Le taux de rejet (matières indésirables inertes) est d'environ 5 à 8%. • **Rejets atmosphériques** L'air de procédé du bâtiment de compostage et des tunnels est capté et dirigé vers un biofiltre inorganique de la compagnie BioRem® fait à partir d'un médium permanent (Biosorbens®). Le biofiltre est composé de deux cellules abritées dans un système fermé (20 mètres par 20 mètres). Avant son entrée dans le biofiltre, l'air est refroidi et humidifié. L'air ainsi traité est rejeté dans l'environnement via une cheminée. La performance (odeurs éliminées) du système de traitement de l'air en place est évaluée à 98%.
Localisation	• L'aire de réception et les tunnels fermés de compostage sont aménagés dans le même bâtiment que le centre de tri (130 000 t/an) et le centre de transbordement (100 000 t/an), dans une aire zonée industrielle; • Les plus proches résidences sont situées à environ 1000 mètres des limites du bâtiment et à environ 750 mètres des limites du terrain; • Le choix du site n'a pas fait l'objet d'une consultation publique. Cependant, le site est localisé dans une zone industrielle où les voisins les plus rapprochés sont des industries lourdes, un chemin de fer et un corridor de lignes électriques. Les industries voisines ont été invitées à soumettre leurs commentaires par écrit à la Région de Peel, et aucune objection n'a été soulevée.
Superficies	• Ensemble des installations de compostage sur le site du IWMF (incluant l'aire de réception et mélange ainsi que les tunnels et l'aire de chargement du compost vers le site de maturation) : 4100 m^2; • Site de maturation : Situé sur un terrain de 10 acres de l'ancien site d'enfouissement (*Chinguacousy Landfill*), localisé à 30 minutes du IWMF; les plus proches résidences sont à environ 100 mètres des limites de la plateforme et à 30 mètres des limites du terrain.

PEEL, Canada Integrated Waste Management Facility (IWMF)	suite
Démarche d'implantation et expérience d'exploitation	
Échéancier	• **1994** : Collecte des matières organiques auprès de certains ménages de Caledon (collecte bimensuelle par bac roulant de 240 L) • **2005** : Processus d'appel d'offres du site de compostage IWMF Première phase du programme de collecte des résidus alimentaires par petits bacs de 45 L (11 000 ménages) et début de la construction du centre de compostage • **2006** : (Automne) Ouverture et début des opérations du site de compostage IWMF • **2007** : (Février) Début de la distribution des bacs de collecte à pleine échelle • **2007** : (Printemps) Programme de collecte déployé à pleine échelle (285 000 ménages)
Partenaires	• Constructeur : Maple Reinders Constructors Ltd • Promoteur de la technologie des tunnels : Christiaens Controls B.V. • Opérateur : Région de Peel • Entrepreneur de collecte : Collecte entièrement réalisée par des entrepreneurs privés, soit Waste Management Canada et Sandhill Disposal and Recycling Inc.
Mode de gestion	• La Région de Peel a choisi d'opérer ses sites de compostage parce qu'elle : – profite d'une expertise et d'un savoir-faire basés sur plus de 15 ans d'expérience avec le compostage en conteneurs; – est très fière de gérer elle-même ses matières résiduelles, dont les matières organiques; – souhaite éviter que la recherche du profit financier soit la principale ambition du projet. • Propriété du terrain : Région de Peel • Propriété des infrastructures : Région de Peel • Conception et construction (*Design & Build*): Maple Reinders qui a choisi une technologie du groupe Christiaens Controls B.V. • Opération : publique par la Région de Peel
Coûts	• Compostage : – Coût de construction des six tunnels du IWMF : 8,3 M$ – Coût d'acquisition du mélangeur/déchiqueteur pour le IWMF : 450 000 $ – Coût d'aménagement du biofiltre inorganique BioRem au IWMF : 1,6 M$ – Coût d'opération des activités de compostage au IWMF: 1,2 M$/an (20 $/tonne) • Maturation : – Coût d'immobilisation du site de maturation : 3,5 M$ – Coût d'installation d'un système de toiles Gore™ au site de maturation (incluant l'acquisition d'un retourneur d'andains ALLU) : 4,9 M$ (projection) – Coût d'opération du site de maturation: 0,9 M$/an (13 $/tonne) • Coût de revient pour 72 000 tonnes/an : 59 $/tonne (inclut les deux sites de compostage en tunnels, la maturation, le transport entre les sites et les revenus de vente du compost); • Nombre d'employés municipaux : 4 employés au site en tunnels du IWMF, 3 employés au site de maturation et 1 chauffeur à temps partiel pour la livraison du compost; • Coût de traitement exigé (*tipping fee*): 60 à 80$/tonne selon la teneur en corps étrangers dans les matières organiques reçues.

Compostage en système fermé

Fiche sommaire - OTTAWA

OTTAWA, Canada **Orgaworld Organics Facility**	Capacité : 100 000 t.m./an Année de construction : 2009 Coût de construction : 20 M$ CAN Gestion : privée
Quantité, nature et mode de collecte des intrants	
Capacité	• Capacité initiale de 100 000 tonnes/an de matières organiques d'origine résidentielle, séparées à la source (dont 80 000 tonnes de résidus alimentaires et de résidus verts séparés à la source devant provenir de la Ville d'Ottawa); • Capacité autorisée : 150 000 tonnes/an; • Capacité maximale envisagée : 200 000 tonnes/an.
Clientèle	• Environ 220 000 à 230 000 ménages de la Ville d'Ottawa, soit la majorité des ménages qui sont actuellement desservis par une collecte des déchets et des matières recyclables, hormis les immeubles multi-logements munis de conteneurs à déchets à chargement avant; • D'autres ménages de villes environnantes pourraient aussi voir leurs matières organiques compostées à l'installation d'Orgaworld à Ottawa.
Collecte	• Les sacs de plastique (polyéthylène) seront interdits dans le programme de collecte de la Ville d'Ottawa, ainsi que tous les sacs de plastique biodégradables et compostables. Les sacs de plastique compostables ne seront pas acceptés dans le programme de collecte, car ceux-ci ne seraient pas entièrement décomposés au terme du procédé de compostage accéléré proposé par Orgaworld; • Un seul type de bac sera retenu, lequel aura une capacité entre 80 et 130 L (le processus de sélection du bac qui sera distribué aux citoyens est en cours) et permettra une collecte mécanisée avec bras verseur; • Collecte hebdomadaire des matières organiques (résidus alimentaires et résidus verts) d'avril à novembre et collecte bimensuelle de décembre à mars; • Collecte distincte pour les feuilles mortes à l'automne; • Collecte des déchets prévue à une fréquence hebdomadaire pour la première année du programme et bimensuelle ensuite après une évaluation du programme; • Collecte des matières recyclables en deux fractions : fibres (papier et carton) séparées des contenants (plastique, verre, métal).

OTTAWA, Canada Orgaworld Organics Facility	suite
Aménagement, procédés, mode d'opération	
Procédé	• Compostage intensif dans 10 tunnels fermés avec aération forcée positive, d'une durée de 12 à 14 jours suivi de l'affinage primaire du compost jeune; • Maturation sur aire ouverte, sur une aire adjacente au bâtiment de compostage fermé, pendant environ 4 mois; • Traitement de l'air de procédé provenant du bâtiment fermé à l'aide d'un système composé de deux tours de lavage et d'un biofiltre fermé.
Compost	• Selon les prévisions d'Orgaworld, le compost produit répondra aux normes CCME A (équivalent BNQ A); • La majorité du compost produit demeurera la propriété d'Orgaworld qui se chargera de sa mise en marché. Une partie du compost produit sera retourné à la Ville d'Ottawa; • Orgaworld entend vendre le compost pour des usages en agriculture et à des fabricants de terre végétale (*topsoil*). Une entente est déjà convenue entre Orgaworld et Greely Sand & Gravel Inc. qui achètera le compost au prix de 8$/tonne. Greely Sand & Gravel Inc. utilisera ce compost à des fins de préparation de mélanges (terre végétale, terreaux, etc.) et mettra en marché ses produits.
Rejets	• **Rejets liquides** L'eau provenant des matières en compostage dans les tunnels sera collectée par un réseau de captage. Toute l'eau ainsi recueillie sera recirculée et réutilisée de telle sorte qu'il n'y aura aucun rejet d'eau provenant de l'intérieur de l'installation. Un second réseau de captage sera aménagé à l'extérieur pour recueillir les eaux des précipitations, lesquelles seront dirigées vers le réseau d'égouts de la Ville d'Ottawa. • **Rejets solides** Le taux de rejet (matières indésirables inertes) estimé est inférieur à 4%, soit probablement autour de 2%. • **Rejets atmosphériques** L'air de procédé (bâtiment de compostage et tunnels) sera capté et dirigé vers un système de traitement de l'air en trois étapes composé d'une tour de lavage pour réduire la teneur en ammoniaque, suivie d'un biofiltre organique et complété par une autre tour de lavage. Le système de traitement de l'air est entièrement fermé et une cheminée rejette l'air dans l'atmosphère (à une hauteur de 40 mètres par rapport au sol).
Localisation	• Dans un parc d'industries lourdes à Ottawa; • Les plus proches résidences sont situées à environ 900 à 1000 mètres des limites du bâtiment de compostage fermé.
Superficies	• Terrain : 10 hectares (25 acres) • Ensemble des installations de compostage (incluant le bâtiment administratif): n.d. • Bâtiment de compostage (aire de réception, de mélange et d'affinage, 10 tunnels) : n.d. • Bâtiment de maturation : n.d.

OTTAWA, Canada Orgaworld Organics Facility	suite
Démarche d'implantation et expérience d'exploitation	
Échéancier	• **2006** : Lancement de l'appel de qualification • **2007** : Lancement de l'appel de propositions Sélection du candidat retenu (Orgaworld) • **2008** : (Mars) Fin du processus de négociation avec Orgaworld (principaux éléments discutés : durée de l'entente de service, localisation du centre de compostage) • **2008** : (Septembre) Début des travaux de construction • **2009** : (Octobre) Début des opérations de compostage (Automne) Lancement du programme de collecte des matières organiques à pleine échelle
Partenaires	• Constructeur : Orgaworld Canada Ltd • Promoteur de la technologie des tunnels : Orgaworld Canada Ltd • Opérateur : Orgaworld Canada Ltd • Entrepreneur de collecte : Ville d'Ottawa
Mode de gestion	• Mode de gestion : Entièrement privé • Propriété du terrain : Orgaworld • Propriété des infrastructures : Orgaworld • Conception, construction et opération (*Design, Build & Operate*) : Orgaworld • Durée de l'entente de service (entre Orgaworld et la Ville d'Ottawa) : 20 ans
Coûts	• Coût de construction prévu : 20 M$ • Coût d'opération prévu : 5,5 M$/an • Prix exigé pour le traitement des matières en provenance de la Ville d'Ottawa : 93$/tonne

Digestion anaérobie (procédé humide)

Fiche sommaire - TORONTO

TORONTO, Canada **Dufferin Organics Processing Facility (DOPF)**	Capacité : 25 000 t.m./an Année de construction : 2001-2002 Coût de construction : 25 M$ CAN Gestion : publique (terrain/infrastructure) privée (construction/opération)

Photo : SOLINOV

Quantité, nature et mode de collecte des intrants	
Capacité	• Au départ, le digesteur anaérobie a été construit à des fins de démonstration; • La capacité de conception est de 25 000 tonnes/an, mais depuis 2004 entre 28 000 et 35 000 tonnes de matières organiques y ont été traitées annuellement; • L'installation de Dufferin traite exclusivement des résidus alimentaires séparés à la source provenant de la collecte municipale (secteur résidentiel et petits commerces).
Clientèle	• Environ 510 000 ménages (résidences unifamiliales et immeubles de moins de 5 étages) de la Ville de Toronto sont desservis par une collecte des résidus alimentaires; • Tous ces ménages ont reçu un bac de 45 L *Norseman* (*Green Bin*) fournis par la Ville; • Une partie des résidus alimentaires récupérés sont traités au digesteur anaérobie de Dufferin; le reste des résidus alimentaires sont compostés sur des sites publics et privés en Ontario et au Québec.
Collecte	• Co-collecte de 3 fractions : les résidus alimentaires sont ramassés dans le même camion que les matières recyclables et les résidus ultimes, en alternance; • Les résidus alimentaires sont ramassés à chaque semaine, et les matières recyclables et les résidus ultimes sont ramassés selon une fréquence bimensuelle; • Une collecte distincte des résidus verts est organisée : hebdomadaire en avril, mai, octobre et novembre et bimensuelle de juin à septembre. Les résidus verts sont ramassés en vrac dans un contenant réutilisable ou dans des sacs de papier et sont traités en andains sur aire ouverte, à un autre site que celui de Dufferin; • Les sacs de plastique (compostable et de polyéthylène) sont acceptés; • Les couches et autres fibres sanitaires sont acceptées avec les résidus alimentaires; • Rendement de collecte : 210 kg (résidus alimentaires)/ménage (2007) et 76 500 tonnes de résidus verts (2007).

TORONTO, Canada — suite
Dufferin Organics Processing Facility (DOPF)

Aménagement, procédés, mode d'opération

Procédé

Pré-traitement (procédé humide)

- Inspection visuelle des matières déversées sur l'aire de réception et enlèvement manuel des corps étrangers grossiers (matières indésirables);
- Préparation de la suspension liquide dans deux mélangeurs (*hydropulper*) pour le retrait des corps étrangers légers par flottation (pellicules plastique) et des corps étrangers lourds grossiers par sédimentation. L'eau de procédé recyclée et de l'eau fraîche sont ajoutées aux résidus alimentaires pour atteindre une teneur en matières sèches de l'ordre de 6 à 7%;
- Traitement par hydrocyclone pour l'enlèvement des corps étrangers fins et lourds (sable, gravier, fragments de verre, etc.) de la suspension liquide.

Digestion anaérobie (procédé humide)

- La capacité du digesteur est de 3600 m^3;
- Le procédé de digestion est mésophile; la température est maintenue à environ 37°C;
- Le temps de rétention dans le digesteur est approximativement de 17 jours;
- La teneur en matières sèches est maintenue entre 4 et 5% dans le digesteur par un système de recyclage et recirculation des solides.

Déshydratation

- Le système de déshydratation est composé de deux presses à vis qui séparent le contenu du digesteur en une fraction solide, soit le digestat à 22-25% de matières sèches, et en une fraction liquide qui est temporairement entreposée dans un réservoir avant d'être retournée en amont dans le mélangeur (*hydropulper*) ou évacuée dans le réseau d'égout.

Compostage du digestat

- Le digestat est transporté par camion vers des sites de compostage sur aire ouverte pour y être composté, dont l'un utilise des piles statiques aérées couvertes de toiles GORE (All Treat Farms, à Arthur en Ontario).

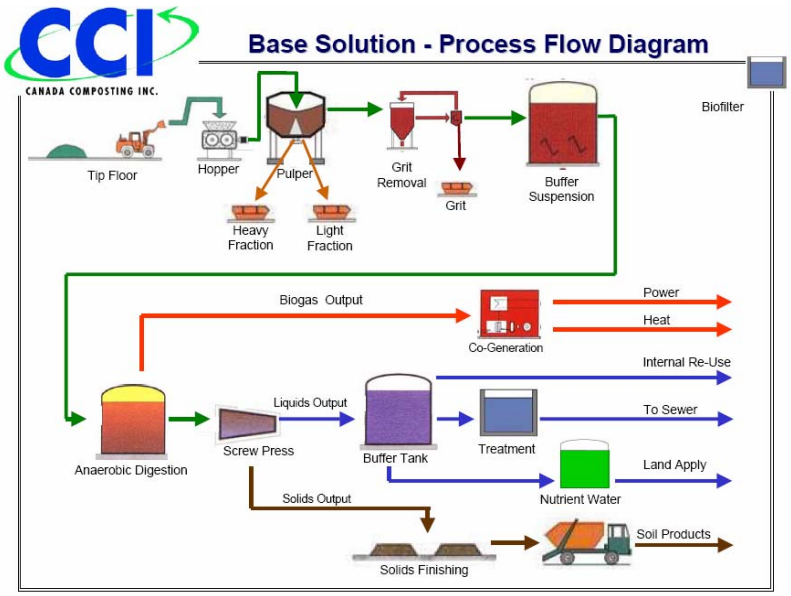


Illustration : www.composting.com

TORONTO, Canada Dufferin Organics Processing Facility (DOPF) — suite	
Aménagement, procédés, mode d'opération — suite	
Compost	• Après l'étape de déshydratation à la sortie du digesteur anaérobie, le digestat est transporté sur un autre site pour compostage sur aire ouverte; • La quantité de digestat produit représente environ 25 à 30 % (massique) des matières traitées; • Le compost obtenu après l'étape de compostage sur aire ouverte répond aux normes CCME A (équivalent BNQ A).
Biogaz	• Actuellement, le DOPF ne possède pas d'équipement pour convertir le biogaz produit dans le digesteur, et le biogaz est brûlé en torchère; • La Ville de Toronto a récemment annoncé son intention de construire deux nouveaux digesteurs anaérobie sur son territoire d'ici 2012, et il est prévu que le biogaz produit par ces deux digesteurs soit converti en électricité.
Rejets	• **Rejets liquides** Les eaux usées sont en partie réutilisées dans le procédé. L'excédent est rejeté au réseau d'égout et des frais s'appliquent selon la charge organique de l'effluent. Pour le traitement de 25 000 tonnes de résidus alimentaires, 590 tonnes d'eau fraîche sont ajoutées, 657 tonnes d'eau recyclée sont recirculées et 715 tonnes d'eau sont rejetées à l'égout. • **Rejets solides** Le taux de contamination réel des matières est d'environ 10% à 15%, le principal contaminant étant le plastique et plus particulièrement les emballages de plastique (ex. pellicules de plastique recouvrant des aliments, etc.) Cependant, parce que des matières organiques restent collées aux particules de plastique et autres matières indésirables inertes, c'est 26% (massique) des matières reçues à l'entrée qui sont rejetées et donc acheminées vers l'enfouissement. • **Rejets atmosphériques** L'air de procédé des aires de réception et de pré-traitement est capté et dirigé vers un biofiltre organique. Le biofiltre est composé de deux cellules. La surface du biofiltre est ouverte à l'air libre à la hauteur du sol alors que le matériel filtrant est situé dans le sol.
Localisation	• Le DOPF a été aménagé sur le site d'un centre de transbordement et d'un centre de tri existants de Dufferin (*Dufferin Transfer & Recycling Facility*); • Les résidences les plus près du site sont à environ 750 mètres du site, alors que le commerce voisin le plus près est d'environ 100 mètres.
Superficies	• Environ 10 000 m^2 dont 1000 m^2 sont inutilisés. Les aires de réception, de pré-traitement et de déshydratation du digestat ont été aménagées dans un bâtiment existant avant l'installation de digestion anaérobie, ce qui explique qu'une partie du bâtiment n'est pas utilisée.

TORONTO, Canada — suite
Dufferin Organics Processing Facility (DOPF)

Démarche d'implantation et expérience d'exploitation

Échéancier

- **2001** : Approbation du Plan de gestion par le Conseil (*Waste Diversion Task Force 2010*)
- **2002** : Mise en opération du digesteur anaérobie de Dufferin (DOPF) et début du programme de collecte *Green Bin* dans un premier secteur de la Ville
- **2003-2004** : Ajout des autres secteurs de la Ville au programme de collecte *Green Bin*
- **2004** : Fin de la période de démarrage du digesteur de Dufferin et atteinte de la capacité de 25 000 tonnes/an

  Réalisation d'études pour l'agrandissement du digesteur de Dufferin et la construction de nouvelles infrastructures de traitement

  Décision du Conseil d'implanter deux installations de digestion anaérobie.
- **2006** : Début des essais pilotes de collecte des résidus alimentaires dans les édifices multi-logements en vue de l'expansion du programme *Green Bin*

Futures installations de digestion anaérobie

- **2007** : Consultation publique en vue du choix de nouveaux sites de traitement potentiels (3 sessions avec groupe de discussion (*focus group*) et 6 rencontres publiques organisées en mars et avril 2008)

  Sélection de deux sites (Dufferin et Disco)

  Lancement de l'appel de qualification pour le choix de la technologie de digestion anaérobie (procédé humide)
- **2008** : Lancement de l'appel de propositions pour la conception, la construction et l'opération (*Design, Build & Operate*) d'un digesteur anaérobie (55 000 tonnes/an) sur le site de centre de transbordement de Disco (*Disco Transfer Station*)
- **2009** : Lancement de l'appel de propositions pour la conception, la construction et l'opération (*Design, Build & Operate*) d'un nouveau digesteur anaérobie de 55 000 tonnes/an sur le site de l'actuel DOPF
- **2011** : (Janvier) Mise en opération prévue du digesteur anaérobie de Disco
- **2012** : (Janvier) Mise en opération prévue du nouveau digesteur anaérobie de Dufferin

Partenaires

- Constructeur : CCI-TBN
- Promoteur de la technologie : BTA (via CCI, distributeur nord-américain)
- Opérateur : CCI-TBN (collaboration de la Ville de Toronto)

Mode de gestion

- La Ville de Toronto a opté pour un partenariat avec l'entreprise privée
- Propriété du terrain : Ville de Toronto
- Propriété des infrastructures : Ville de Toronto
- Conception, construction et opération (*Design, Build & Operate*) : CCI-TBN

Coûts

Digesteur anaérobie pilote DOPF

- Le coût d'immobilisation de l'actuel digesteur a été d'environ 25 M$, mais est jugé non représentatif à cause du caractère pilote du projet;
- Les coûts d'opération actuels de l'ordre de 110$/tonne traitée, mais ne sont pas optimisés dus au caractère expérimental du projet;
- L'installation DOPF emploie une douzaine d'employés, divisés en 3 quarts de travail.

Futurs installations de digestion anaérobie (Dufferin et Disco)

- Les coûts d'immobilisation que la Ville de Toronto prévoit pour ses deux nouvelles installations à Disco et Dufferin sont de 33 M$ et 36 M$ respectivement, pour un total de 69 M$, soit l'équivalent de 54$/tonne;
- Les coûts d'opération estimés pour les nouvelles installations de digestion anaérobie (sans post-compostage) sont d'environ 10 M$ annuel, ce qui correspond à 91$/tonne (inclut le revenu de vente d'électricité issu du biogaz évalué à 23$/tonne).

Digestion anaérobie (procédé humide)

Fiche sommaire - BODEN

BODEN, Allemagne	Capacité : 48 000 t.m./an Année de construction : 1998 Coût de construction : 12 M€ (18,7M$$_{2008}$$) Gestion : privée

Photo : SOLINOV

Quantité, nature et mode de collecte des intrants	
Capacité	• L'installation a d'abord été construite pour traiter annuellement 25 000 tonnes de matières organiques séparées à la source d'origine résidentielle (résidus alimentaires et résidus verts) provenant de la Ville de Boden (population de 450 000 personnes); • L'installation de digestion anaérobie de Boden reçoit désormais des matières organiques liquides du secteur ICI en plus des matières organiques d'origine résidentielle; • 95% des matières organiques qui y sont traitées proviennent de la collecte des matières organiques séparées à la source du secteur résidentiel et 5% proviennent de restaurants et marchés (secteur ICI). • La capacité annuelle de traitement est actuellement d'environ 48 000 tonnes.
Clientèle	• Principalement le secteur résidentiel de la région de Westerwald District (dont fait partie la Ville de Boden) et le comté de Altenkirchen.
Collecte	• Les matières organiques d'origine résidentielle sont récupérées en bacs roulants, lesquels sont collectés à une fréquence bimensuelle ou mensuelle selon la saison; • Les citoyens choisissent le format de leur bac et paie en fonction du format choisi. En majorité, les citoyens ont opté pour un bac de 120 litres; • Un service de lavage des bacs est offert, et les résidents s'en prévalent au besoin, sur demande, à leur frais; • Les surplus de feuilles et branches (résidus verts) sont gérés par des collectes distinctes ou par dépôt volontaire à des points de collecte.

BODEN, Allemagne	suite
Aménagement, procédés, mode d'opération	
Procédé	**Réception** • Les matières organiques contenues dans les camions de collecte sont déversées sur l'aire de réception à l'intérieur du bâtiment fermé; • Les matières sont ensuite récupérées à l'aide d'une chargeuse sur roues et acheminées à l'étape de tri et de conditionnement; • Les matières organiques liquides provenant des industries sont directement pompées dans un réservoir d'entreposage chauffé. **Étape de tri et conditionnement des matières** • Un premier tamiseur à disque sépare les matières hautement fermentescibles (résidus alimentaires) des matières moins fermentescibles (résidus verts); • Les résidus verts sont ensuite transportés vers un site de compostage; • Les résidus alimentaires sont broyés pour en réduire la dimension et dirigés vers les cuves de mélange en acier où la suspension liquide est préparée en ajoutant de l'eau fraîche et recyclée ou de liquides (résidus industriels) pour obtenir une teneur en matières sèches d'environ 10 à 14%; • Le temps de rétention dans ces cuves est de 35 à 45 minutes. **Hygiénisation** • Dans les procédés où le digestat à la sortie du digesteur n'est pas composté, les normes européennes exigent une étape d'hygiénisation où la suspension liquide (avant son entrée dans le digesteur) est chauffée à 70°C et que cette température soit maintenue durant une période minimale d'une heure; • L'installation de Boden est munie de deux réservoirs d'hygiénisation. **Tri** • Une seconde étape de tri permet de retirer toute particule plus grande que 15 mm et complète l'enlèvement des fines particules lourdes (cailloux, sable, etc.); • La suspension liquide « propre » est dirigée vers un réservoir pour y être refroidie avant d'être traitée dans le digesteur. **Digestion** • À cette étape la suspension liquide a une teneur en matières sèches de l'ordre de 4 à 8%; • Le digesteur anaérobie est en acier, et seule la partie supérieure exposée au gaz est protégée. Sa capacité est de 3500 m^3 (17 mètres de haut et 17 mètres de diamètre); • Le digesteur opère en conditions mésophiles; • Le temps de rétention dans le digesteur varie entre 14 et 16 jours; • Pour assurer un mélange adéquat dans le digesteur, du biogaz compressé est recirculé dans le digesteur via des lances en acier. Il s'agit d'un mécanisme d'homogénéisation et d'agitation sans agitateur mécanique, ce qui limite les coûts d'entretien. **Déshydratation** • À la sortie du digesteur, la suspension liquide est déshydratée à l'aide d'une centrifugeuse qui sépare la suspension en deux fractions : solide (30 à 35% de matières sèches) et liquide. **Traitement de l'air du procédé** • L'air du bâtiment (aires de réception et de préparation des matières) est traité à l'aide d'une tour de lavage et d'un biofiltre ouvert (21 000 m^3 d'air traité/h).

BODEN, Allemagne	**suite**
Aménagement, procédés, mode d'opération	**suite**
Compost	• Environ 10 000 tonnes de digestat sont produites annuellement; • Selon la législation européenne, puisque la matière organique a été hygiénisée, le digestat peut être utilisé en agriculture sans subir une étape de compostage; • Le digestat est entreposé (environ un mois) et est ensuite récupéré par une compagnie qui le vend et l'épand en agriculture. Ce service coûte environ 5€/tonne (8$$_{2008}$/tonne) à l'installation de digestion anaérobie (Bellersheim Company), mais ce prix tend à diminuer en raison de l'augmentation de la demande des agriculteurs pour un tel produit.
Biogaz	• Une partie du biogaz produit est compressé et recirculé dans le digesteur pour maintenir la suspension bien mélangée; • La fraction restante (majorité) du biogaz brut produit est entreposée dans un réservoir et est utilisée directement en co-génération (production de chaleur et d'électricité) après avoir subi un traitement de déshumidification; • La chaleur produite est utilisée pour les besoins en chauffage (eau de procédé, bâtiment) et pour l'étape d'hygiénisation; • Environ 30 à 40% de l'électricité produite par l'installation de Boden est utilisée pour les besoins propres à l'usine, le reste est introduit dans le réseau d'électricité privé; • Une loi allemande oblige les grands producteurs privés d'électricité à payer 0,10€/kWh (0,16$$_{2008}$/kWh) aux usines de digestion anaérobie qui vendent de l'électricité. À Boden, l'installation achète l'électricité qu'elle consomme à 0,09€/kWh (0,14$$_{2008}$/kWh) et vend celle qu'elle produit à 0,10€/kWh (0,16$$_{2008}$/kWh); • Le biogaz brut a une teneur en méthane (CH_4) variant de 50% à 75%; • La production de biogaz brut varie de 80 à 170 m^3/tonne traitée.
Rejets	• **Rejets liquides** Environ 80% de l'eau de procédé est recyclée et recirculée (15 000 à 18 000 tonnes d'eau fraîche sont aussi requises annuellement); L'installation a connu un épisode au cours duquel le digestat émettait une forte odeur d'azote ammoniacal. Une bactérie capable de transformer l'azote a été ajoutée dans les eaux usées recirculées, réduisant ainsi l'azote dans le procédé y compris dans le digestat. • **Rejets solides** Les matières indésirables (corps étrangers de plastique, verre et métal) ne représentent qu'environ 5% (massique) de ce qui est traité annuellement. Les rejets aux étapes de tri (25 à 30%) sont traités sur un autre site de compostage. • **Rejets atmosphériques** L'installation de Boden est munie de tours de lavage et de 2 biofiltres, dont un composé de deux cellules. Les biofiltres sont aménagés dans des enclos de béton et le matériel filtrant est à base de noix de coco. La performance (efficacité d'enlèvement des odeurs) des biofiltres fait l'objet de mesures fréquentes et les plus récentes données indiquent un rendement entre 96 et 98%. Les biofiltres traitent un total de 40 000 m^3 air/heure.
Localisation	• L'installation de digestion anaérobie est située dans une zone industrielle de Boden; • L'installation est adjacente à un ancien centre de tri.
Superficies	• Approximativement 4500 m^2 dont 2000 m^2 pour les aires extérieures (eaux usées, digesteur, réservoir de biogaz, voie de circulation) et 2500 m^2 pour le bâtiment fermé (aire de réception, aire de traitement, aire d'entreposage).

BODEN, Allemagne	suite
Démarche d'implantation et expérience d'exploitation	
Échéancier	• 1995 : Lancement de l'appel de qualification par le Westerwald District • 1996 : Lancement de l'appel de proposition par le Westerwald District • 1997 : Octroi du contrat à Biobell (Bellersheim) Approbation des plans par les autorités Début des travaux de construction • 1998 : Fin des travaux de construction • 1999 : Démarrage de l'usine
Partenaires	• Constructeur : Ros Roca • Promoteur de la technologie : Ros Roca (procédé BIOSTAB) • Opérateur : Entrepreneur privé (Bellersheim Company)
Mode de gestion	• Un contracteur local (Bellersheim Company) a tout financé; • Un contrat sur 10 ans lie l'entrepreneur privé et la Ville de Boden. Boden garantit un tonnage annuel minimum de 21 000 tonnes et paie 50€ à 60 €/tonne (78$$_{2008}$ à 94$$_{2008}$/tonne) en fonction du tonnage annuel total; • Propriété du terrain : Entrepreneur privé (Bellersheim Company) • Propriété des infrastructures : Entrepreneur privé (Bellersheim Company) • Conception et construction (*Design & Build*) : Ros Roca
Coûts	• Coût initial : 10 M€ (15,6 M$$_{2008}$) pour 25 000 t/an; • Ajout de 2 M€ (3,1 M$$_{2008}$) pour augmenter la capacité de 18 000 tonnes; • Coût approximatif pour la Ville de Boden de 120 à 160 € (187$$_{2008}$ à 250$$_{2008}$) par ménage tout inclus (à l'exception de la taxe sur l'électricité et le coût des bacs et de leur entretien).

Digestion anaérobie (procédé humide)

Fiche sommaire - VIENNE

VIENNE, Autriche Biogas Wien	Capacité : 17 000 t.m./an Année de construction : 2006-2007 Coût de construction :n.d. Gestion : publique

Photo : www.rosroca.com

Photo : www.umweltzentrum.at

Quantité, nature et mode de collecte des intrants	
Capacité	• L'installation de Vienne a été conçue de telle sorte à pouvoir augmenter sa capacité de traitement; • La capacité initiale (Phase 1) du digesteur anaérobie est 17 000 tonnes par an, comprenant 10 000 tonnes de matières organiques séparées à la source d'origine résidentielle et 7 000 tonnes de résidus alimentaires provenant du secteur ICI; • Il sera possible d'augmenter la capacité annuelle de traitement (Phase 2) à 34 000 tonnes/an.
Clientèle	• La collecte des matières organiques séparées à la source, dans le secteur résidentiel, est à l'échelle de la Ville depuis septembre 1991; • Au total, 90 400 tonnes de matières organiques ont été récupérées à Vienne en 2002 via la collecte de porte en porte et par apport volontaire; ses matières étaient alors traitées à deux sites de compostage (Lobau et Schafflerhof).
Collecte	• Dans le secteur résidentiel, les matières organiques sont récupérées dans un bac roulant, appelé « Biotonne ».

VIENNE, Autriche
Biogas Wien

suite

Aménagement, procédés, mode d'opération

Procédé

Réception

- Les matières organiques sont reçues dans une aire de réception fermée, d'où elles sont acheminées par convoyeur aux étapes suivantes de tri et pré-traitement;
- Les résidus liquides (provenant des ICI) sont pompés à partir des citernes de collecte.

Tri et conditionnement des matières

- Les matières organiques sont broyées (taille maximale : 200 mm) et ensuite transportées par convoyeur vers l'étape de séparation des corps étrangers. Un premier équipement permet d'enlever les métaux ferreux et un tamiseur sert à enlever les autres corps étrangers (matières inertes indésirables). Les matières organiques ainsi « nettoyées » sont à nouveau broyées avant d'être transportées vers les mélangeurs (*turbomixers*);
- Les résidus liquides sont broyés à 40 mm et pompés dans les mélangeurs (*turbomixers*);
- L'installation de Vienne est munie de deux mélangeurs (*turbomixers*) d'une capacité de 10 m^3 chacun. À cette étape, de l'eau est ajoutée aux matières broyées pour former une suspension liquide pouvant être pompée (teneur en matières sèches de l'ordre de 8 à 12%). La suspension y est mélangée pendant 5 à 15 minutes;
- À la sortie des mélangeurs, une dernière étape de tri permet d'enlever le sable, le gravier, les fragments de verre, les métaux non ferreux et les autres matériaux lourds qui, par sédimentation, se déposent au fond d'une cuve;
- La suspension liquide est ensuite broyée pour une troisième fois et homogénéisée avant d'être entreposée temporairement dans un réservoir (capacité de 200 m^3).

Hygiénisation

- Conformément à la législation de l'Union Européenne, la suspension liquide est chauffée à 70°C durant une période minimale d'une heure;
- L'installation de Vienne est équipée de 3 cuves d'hygiénisation.

Digestion anaérobie (procédé humide)

- Le digesteur anaérobie a une capacité d'environ 2600-2700 m^3 (18 de haut et 14 m de diamètre);
- Le digesteur anaérobie opère en conditions mésophiles, soit entre 37 et 40°C;
- Le temps de séjour dans le digesteur est d'environ 20 jours.

Entreposage du biogaz

- Avant d'être entreposé, le biogaz brut subi un nettoyage pour éliminer le H_2S. Le réservoir de nettoyage, dont le volume est de 50 m^3, contient des microorganismes qui, avec de l'air ajouté dans le réservoir, produisent une réaction d'oxydation du H_2S;
- Le biogaz est conservé dans un réservoir d'entreposage (400 m^3) à basse pression ;
- Une torchère de sécurité est située entre le digesteur anaérobie et l'unité d'entreposage du biogaz permettant ainsi de brûler le biogaz de façon sécuritaire en cas d'urgence.

Déshydratation

- La déshydratation de la suspension liquide contenue dans le digesteur est assurée par deux centrifugeuses;
- La fraction solide (digestat) est transportée au site de compostage de Lobau où des agents structurants y sont ajoutés pour compostage;
- La fraction liquide est réutilisée dans les mélangeurs pour la préparation de la suspension liquide en amont du digesteur anaérobie.

VIENNE, Autriche
Biogas Wien

suite

Aménagement, procédés, mode d'opération

suite

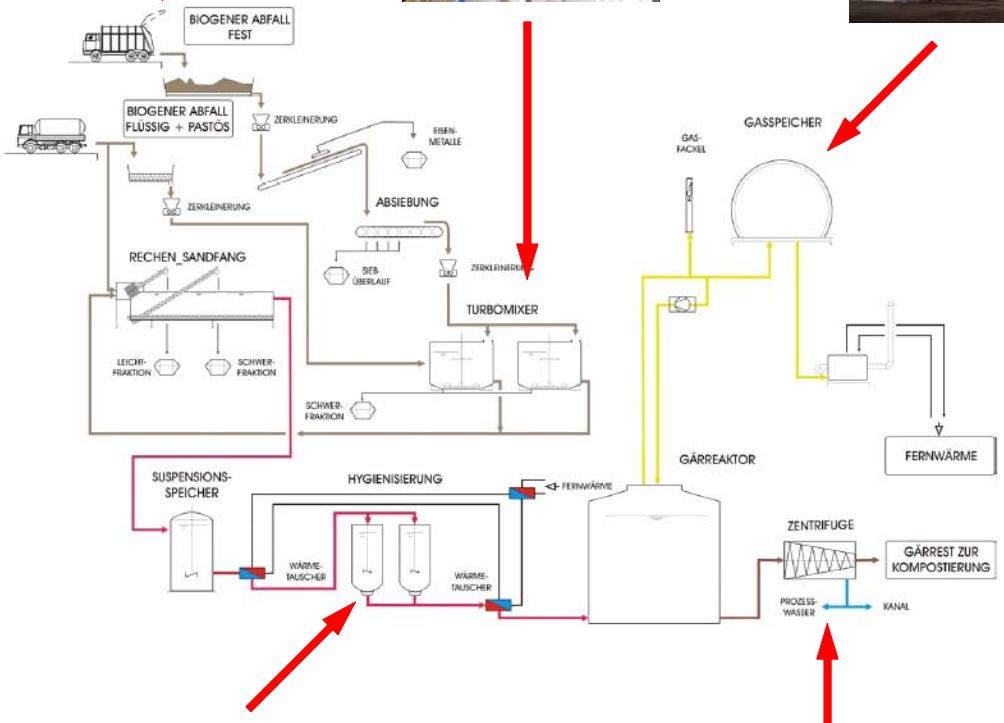


Schéma : www.umweltzentrum.at
Photos : Brochure Biogas Wien

VIENNE, Autriche Biogas Wien	suite
Aménagement, procédés, mode d'opération	**suite**
Compost	• Le digestat est donc mélangé avec des agents structurants et composté; • Le compost produit est utilisé comme amendement organique pour les sols.
Biogaz	• Le biogaz « nettoyé » est transporté de l'unité d'entreposage au système de chaudières, où le biogaz est brûlé pour produire de l'eau chaude; • L'eau chaude ainsi produite sert à répondre aux besoins en chauffage de l'installation de digestion anaérobie de Vienne et aussi aux besoins en chauffage de la communauté environnante; • Quand l'installation aura atteint sa capacité de traitement de 34 000 tonnes annuellement (Phase 2), le biogaz produit servira à répondre aux besoins en chauffage (eau chaude) de 600 ménages; • L'eau chaude, produite dans la chaudière par l'incinération du biogaz, transporte l'énergie de chauffage nécessaire au biogaz; • La production de biogaz brut est évaluée à 1 125 000 m^3/an (Phase 1); • La production d'énergie à partir du biogaz est évaluée à 11 200 MWh/an (Phase 1).
Rejets	• **Rejets liquides** Une partie de l'eau de procédé est récupérée à la sortie des centrifugeuses pour être réutilisée en amont du procédé à l'étape des mélangeurs; le reste de l'eau usée de procédé est déversée dans le réseau d'égout de la Ville. • **Rejets solides** n.d. • **Rejets atmosphériques** L'air de procédé (bâtiment de réception et de pré-traitement) est dirigé vers un biofiltre fermé formé de cinq conteneurs. L'air traité est rejeté dans l'environnement via une cheminée.
Localisation	• L'installation de digestion anaérobie de Vienne est aménagée au cœur du *Simmering Environmental Center* qui regroupe les trois infrastructures de traitement suivantes : – La plus moderne usine de traitement des eaux usées en Europe (2005) – Une nouvelle usine d'incinération (MVA Pfaffenau) – L'installation de digestion anaérobie (Biogas Wien)
Superficies	• La superficie totale du *Simmering Environmental Center* est de 46 000 m^2; • La superficie bâtie de Biogas Wien représente 2800 m^2.

VIENNE, Autriche Biogas Wien	suite
Démarche d'implantation et expérience d'exploitation	
Échéancier	• **2002** : (Avril) Formation du consortium WKU (Wiener Kommunal-Umweltschutzprojekt-gesellschaft m.b.H.) pour la conception, la planification et la construction • **2002** : (Automne) Début du travail de planification • **2003** : (Mai) Approbation des plans par les autorités • **2003** : (Décembre) Demande des permis de construction • **2005** : (Novembre) Procédures d'obtention des permis • **2006** : (Mars) Début de la construction • **2007** : (Septembre) Inauguration officielle • **2007** : (Avril à novembre) Période de démarrage et d'essais • **2007** : (Novembre) Installation de digestion anaérobie opérationnelle (Phase 1)
Partenaires	• Constructeur : WKU • Promoteur de la technologie : Ros Roca • Opérateur : Ville de Vienne (*municipal department 48*)
Mode de gestion	• Propriété du terrain : Ville de Vienne • Propriété des infrastructures : Ville de Vienne • Conception et construction (*Design & Build*): WKU qui a choisi la technologie de Ros Roca • Opération : Le *municipal department 48* de Vienne est en charge de la collecte et du traitement des matières résiduelles de la Ville.
Coûts	• n.d.

Digestion anaérobie (procédé humide)

Fiche sommaire - VÄSTERÅS

VÄSTERÅS, Suède **Växtkraft Project**	Capacité : 23 000 t.m./an Année de construction : 2003-2004 Coût de construction : 16,9 M€ (26,4 M$$_{2008}$$) Gestion : partenariat public-privé

Photo :Pettersson (2007)

Photo : www.rosroca.com

Quantité, nature et mode de collecte des intrants	
Capacité	• Capacité annuelle de 23 000 tonnes, composées de : – 14 000 tonnes de matières organiques séparées à la source d'origine résidentielle composées de résidus alimentaires et de résidus verts (environ 30% de matières sèches (m.s.)) – 5000 tonnes de résidus agricoles provenant de 300 hectares (environ 35% m.s.) – 4000 tonnes de résidus organiques liquides (graisses, etc.) du secteur industriel (environ 4% m.s.) • Une augmentation de la capacité de traitement nécessiterait l'ajout d'un digesteur et l'augmentation de la capacité des différents réservoirs. De plus, en termes d'opération, un deuxième quart de travail devrait être prévu.
Clientèle	• Les matières organiques (secteur résidentiel) proviennent de 144 000 ménages de la Région de Vafabmiljö et des municipalités de Västmanland, Heby et Enköping.
Collecte	• Dans le secteur résidentiel, la collecte des matières organiques est volontaire; 90% de la population participe, 7% pratique le compostage domestique et 3% ne participe pas; • Les outils de collecte (bacs et sacs) sont fournis par la municipalité; • Les matières organiques sont récupérées dans des bacs roulants de 80 ou 120 L; • Les sacs de plastique (polyéthylène et compostable) sont interdits; • Seuls les sacs de papier sont permis (et fournis par la municipalité). Les consignes de participation sont d'ailleurs imprimées sur les sacs de papier; • La fréquence de collecte est bimensuelle pour les résidences unifamiliales et hebdomadaire pour les édifices à multi-logements; • Les résidus verts sont acceptés dans le bac roulant, mais les citoyens sont encouragés à pratiquer le compostage domestique et à utiliser les lieux de dépôt volontaire, d'où les résidus verts sont dirigés vers des centres de compostage plutôt que le digesteur anaérobie. La région dispose de trois sites de compostage et d'un digesteur anaérobie; • Certains camions de collecte sont munis de deux compartiments et les matières organiques sont alors co-collectés avec les déchets.

VÄSTERÅS, Suède
Växtkraft Project

suite

Aménagement, procédés, mode d'opération

Procédé

Réception

- Inspection visuelle des matières sur l'aire de réception et enlèvement des corps étrangers grossiers (matières indésirables);
- À l'aide d'une chargeuse sur roues, les matières organiques sont transportées vers un broyeur et un tamiseur qui sépare les matières indésirables;
- Un réservoir prévu à cet effet accueille les résidus liquides.

Tri et conditionnement

- Les matières organiques sont acheminées dans trois mélangeurs (*turbomixers*) où de l'eau est ajoutée (eau de procédé recyclée à la sortie des centrifugeuses) pour produire une suspension liquide dont la teneur en matières sèches est d'environ 10%.

Hygiénisation

- Avant son entrée dans le digesteur, la suspension liquide est hygiénisée via trois réservoirs où la température est maintenue à 70°C pendant au minimum une heure.

Digestion anaérobie (procédé liquide)

- Le digesteur anaérobie a une capacité utile de 4000 m^3 (17,4 m de diamètre et 19 m de haut);
- Le procédé de digestion est mésophile (38°C) et le temps de rétention dans le digesteur est d'environ 25 jours;
- Un mélange adéquat est maintenu dans le digesteur sans agitation mécanique, mais via la recirculation de biogaz compressé.

Déshydratation

- La séparation des phases solide et liquide se fait par l'intermédiaire de deux centrifugeuses, sans ajout de polymères;
- La fraction solide (digestat) contient 25 à 30% de matières sèches;
- La fraction liquide contient 2 à 3% de matières sèches.

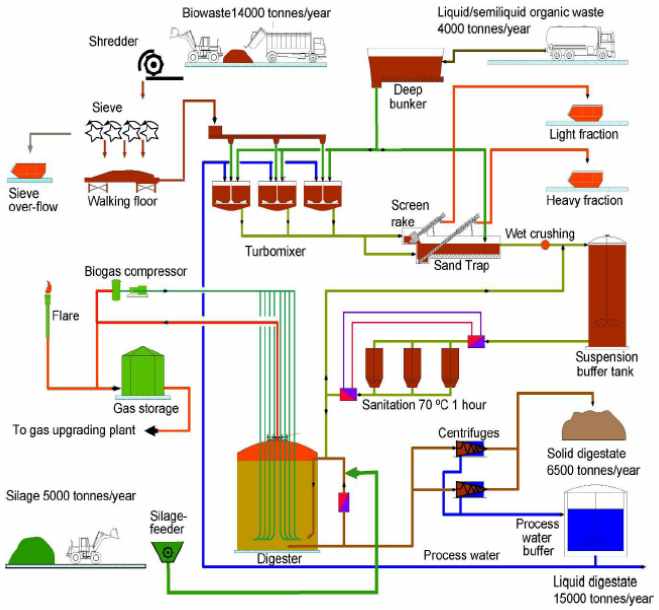


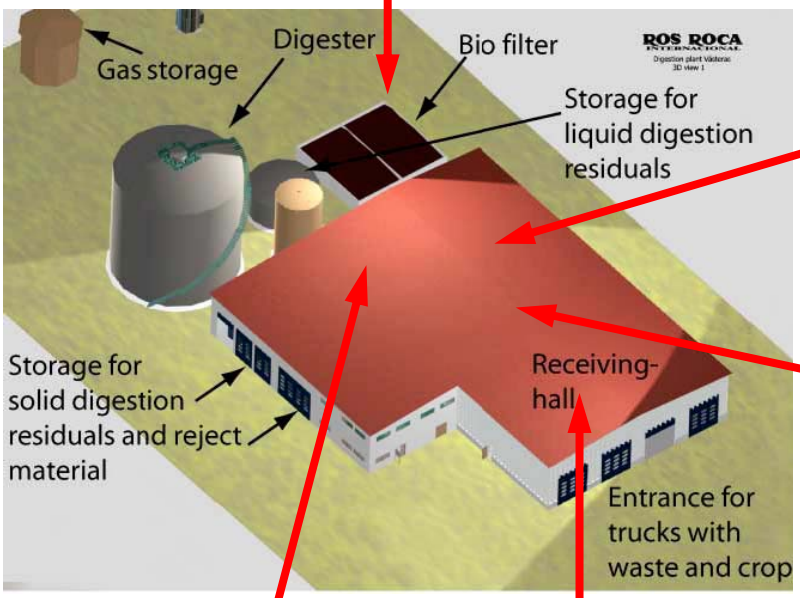
Illustration : www.rosroca.com

VÄSTERÅS, Suède
Växtkraft Project

suite

Aménagement, procédés, mode d'opération

suite



Photos : Pettersson (2007), Korz de RosRoca (2005), Växtkraft project (status report 2003)

VÄSTERÅS, Suède Växtkraft Project	suite
Aménagement, procédés, mode d'opération	**suite**
Compost	• Le digestat, soit environ 6500 tonnes/an, est transporté chez des agriculteurs pour être utilisé comme engrais phosphaté; • Les frais associés à l'épandage du digestat sont assumés par les agriculteurs; • Dans la région, l'utilisation du compost et du digestat est « priorisée » selon l'ordre suivant: – Utilisation comme matières fertilisantes sur des terres cultivées – Utilisation comme amendements organiques dans les parcs et pour les jardins – Restauration de sites contaminés (anciens sites d'enfouissement ou industriels, etc.)
Biogaz	• L'équipement de conversion du biogaz brut en combustible pour automobiles est situé à Grypta, une région voisine, où se trouve aussi une usine de traitement des eaux qui produit aussi du biogaz à partir de ses boues; • La purification du biogaz brut repose sur une technique de nettoyage à l'eau du promoteur YIT (depuis acheté par Ros Roca); • La production de biogaz « nettoyé » correspond à 23 000 MWh, dont : – 15 000 MWh provenant de l'installation de digestion anaérobie de Västerås – 8000 MWh provenant de l'usine de traitement des eaux de Grypta • Le biogaz ainsi transformé en combustible pour véhicules fournit environ 2,3 M litres de carburant, ce qui peut alimenter 40 autobus de la Ville, 10 camions de collecte et 500 voitures; • Si le biogaz n'est pas vendu comme carburant, il est utilisé pour la production d'électricité et de chauffage.
Rejets	• **Rejets liquides** L'eau de procédé est en partie recyclée et recirculée en amont du procédé à l'étape des mélangeurs (*turbomixers*) (250 m^3/jour), et le surplus (14 000 m^3/an) est transporté dans des réservoirs d'entreposage chez des agriculteurs qui utilisent ces liquides comme engrais azoté. • **Rejets solides** Les rejets solides correspondent à environ 10 à 20% des tonnes traitées. • **Rejets atmosphériques** L'air de procédé (bâtiment de réception et de pré-traitement) est capté et traité avec une combinaison d'une tour de lavage et d'un biofiltre. En hiver, l'air est pré-chauffé avant son entrée dans le biofiltre pour ne pas diminuer la performance de celui-ci. Le biofiltre est formé d'un enclos en béton hors-sol et est composé de deux cellules de mêmes dimensions. Le biofiltre mesure 15 m par 15 m et reçoit un débit d'air de 25 000 m^3/h.
Localisation	• n.d.
Superficies	• La superficie totale de l'installation est de 22 000 m^2, dont environ une moitié est occupée par les bâtiments, les réservoirs, le biofiltre, etc. et l'autre moitié comprend les chemins d'accès et de circulation ainsi que l'aire d'entreposage des résidus agricoles.

VÄSTERÅS, Suède Växtkraft Project	suite
Démarche d'implantation et expérience d'exploitation	
Échéancier	• **1990** : Idée originale d'aménager un digesteur anaérobie pour les résidus des agriculteurs à proximité de Västeras • **1995** : Idée de combiner les résidus agricoles avec des matières organiques séparées à la source d'origine résidentielle dans un digesteur anaérobie • **1998** : Début de la phase de planification • **2001** : Lancement de l'appel de qualifications • **2003** : (Avril) Création de la compagnie Svensk Växkraft AB • **2003** : (Septembre) Fin de la planification • **2003** : (Novembre) Ajout au projet européen Agropti-gas Début des travaux de construction • **2004** : (Octobre) Début de la production de carburant pour véhicule en utilisant le biogaz de l'usine de traitement des eaux usées de Grypta • **2005** : (Juin) Début des opérations du digesteur anaérobie de Västerås
Partenaires	• La compagnie Svensk Växkraft AB est composée des quatre partenaires suivants : – Fédération nationale des fermiers suédois (LRF) à 20% – 17 fermiers locaux à 20% – Compagnie régionale de gestion des matières résiduelles (Vafabmiljo), qui appartient aux municipalités de Västmanland, à 40% – Compagnie locale d'énergie (MälarEnergi) à 20% • La LRF et les fermiers locaux sont des clients de l'installation de digestion anaérobie; • La Vafabmiljo est responsable de gérer le projet et de fournir l'expertise; • La MälarEnergi est responsable de la distribution et de la vente du biogaz; • Le Växtkraft project est membre du projet AGROPTI-gas de l'Union Européenne.
Mode de gestion	• Propriété du terrain : Svensk Växkraft AB • Propriété des infrastructures : Svensk Växkraft AB • Conception et construction (*Design & Build*): Ros Roca • Opération : Svensk Växkraft AB
Coûts	• Investissement total : 16,9 M€ (26,4 M$$_{2008}$$) • Subventions gouvernementales : – Gouvernement de la Suède : 7,2 M€ (11,2 M$$_{2008}$$) – Union européenne (via le projet Agropti-gas) : 2,4 M€ (3,7 M$$_{2008}$$) • Frais exigés pour le traitement des matières reçues (*tipping fee*): 54 €/tonne (84 $$_{2008}$$) • Revenus provenant du digestat et de la fraction liquide fertilisante : – Les agriculteurs qui utilisent le digestat et la fraction liquide les achètent à un prix établi selon le prix des fertilisants qui sont ainsi remplacés • Revenus provenant du carburant produit : – Autobus municipaux : équivalent au prix du marché du diesel – Citoyens (voitures) : 20% de moins que le pétrole de garde octane 95

Digestion anaérobie (procédé sec)

Fiche sommaire - LILLE

LILLE, France **Centre de valorisation organique (CVO)**	Capacité : 108 000 t.m./an Année de construction : 2004-2007 Coût de construction : 54 M€ (84 M$$_{2008}$$) Gestion : publique (terrain/infrastructure) privée (construction/opération)

Photo : Pierre Hirtzberger, Lille Métropole, 2008.

Quantité, nature et mode de collecte des intrants	
Capacité	• 108 000 tonnes de matières organiques, dont : – 47 000 tonnes de matières organiques séparées à la source, d'origine résidentielle, récupérées via une collecte sélective de porte en porte (soit des résidus alimentaires et des résidus verts) – 42 000 tonnes de résidus verts ayant été recueillis à des écocentres (déchetteries) – 11 000 tonnes de résidus verts d'origine municipale (aires publiques, parcs, etc.) – 8000 tonnes de matières organiques (essentiellement des résidus alimentaires) provenant du secteur ICI (marchés, restaurants, etc.)
Clientèle	• 650 000 habitants lillois sur les 1 100 000 habitants de Lille métropole sont desservis par une collecte sélective de porte en porte pour récupérer les matières organiques séparées à la source; • Le rendement de récupération des matières organiques via la collecte de porte en porte est de 88 kg/habitant/an. Lille Métropole vise un objectif de 100 kg/habitant/an.
Collecte	• Collecte des matières organiques résidentielles à l'aide d'un bac roulant de couleur verte; • Les sacs de plastique de polyéthylène sont interdits; • Les matières organiques sont enveloppées dans du papier ou déposées en vrac dans le bac.

LILLE, France
Centre de valorisation organique (CVO)

suite

Aménagement, procédés, mode d'opération

Procédé

Pré-traitement

- Les matières organiques font l'objet d'une inspection visuelle et les corps étrangers indésirables grossiers sont enlevés par un employé installé dans une cabine de tri commandée;
- Les matières organiques d'origine résidentielle sont broyés et tamisées, et les matières ligneuses (résidus verts) sont séparées de la fraction hautement fermentescible (résidus alimentaires). Les résidus alimentaires sont utilisés dans le procédé de digestion anaérobie, alors que les résidus verts sont dirigés vers l'étape de compostage;
- Le pré-traitement comprend aussi l'enlèvement des objets plastiques par soufflerie et l'enlèvement des éléments métalliques à l'aide d'un système de déferaillage à aimant.

Pré-compostage

- Mise en situation de compostage dans quatre couloirs de 200 m^2;
- Pré-compostage pour une durée de 48 heures (2 jours) servant à préchauffer la matière.

Digestion anaérobie (procédé sec)

- Le procédé de digestion anaérobie est sec avec une teneur en matières sèches de l'ordre de 20 à 25% dans les digesteurs;
- Le procédé de digestion est thermophile (58°C), et les planchers et parois des digesteurs sont chauffants;
- 3 digesteurs horizontaux en béton armé de 1900 m^3;
- Chaque digesteur comporte 5 agitateurs mécaniques qui se recoupent pour éviter les zones mortes (i.e. sans agitation dans le digesteur) et est alimenté par un système de vis sans fin;
- Temps de rétention dans les digesteurs : 21 à 23 jours.

Compostage

- Les résidus de digestion sont en partie déshydratés mécaniquement, et la fraction solide (digestat) est mélangée aux résidus verts;
- Compostage intensif dans 22 tunnels de 990 m^3 durant 20 jours;
- Tunnels alimentés et vidés par un équipement automatisé (fonds mouvants).

Maturation

- Maturation de 21 jours;
- Andains retournés;
- Tamisage du compost obtenu.

Entreposage du compost

- Entreposage du compost, sous toiture, pour une période maximale de 2 mois.

Épuration et entreposage du biogaz

- 2 tours de lavage (d'une capacité de 600 m^3 biogaz brut/h) épurent le biogaz et amènent la concentration du biogaz en méthane à 94% plutôt que 54% dans les digesteurs;
- Stockage biogaz épuré dans un réservoir de 5000 m^3;
- Poste d'injection du biogaz épuré dans le réseau de distribution du gaz naturel.

Traitement de l'air

- Bâtiment en dépression : 350 000 m^3 d'air traités par heure;
- Lavage de l'air à l'acide sulfurique puis affinage sur biofiltre de 2500 m^3.

LILLE, France — suite

Centre de valorisation organique (CVO)

Aménagement, procédés, mode d'opération — suite

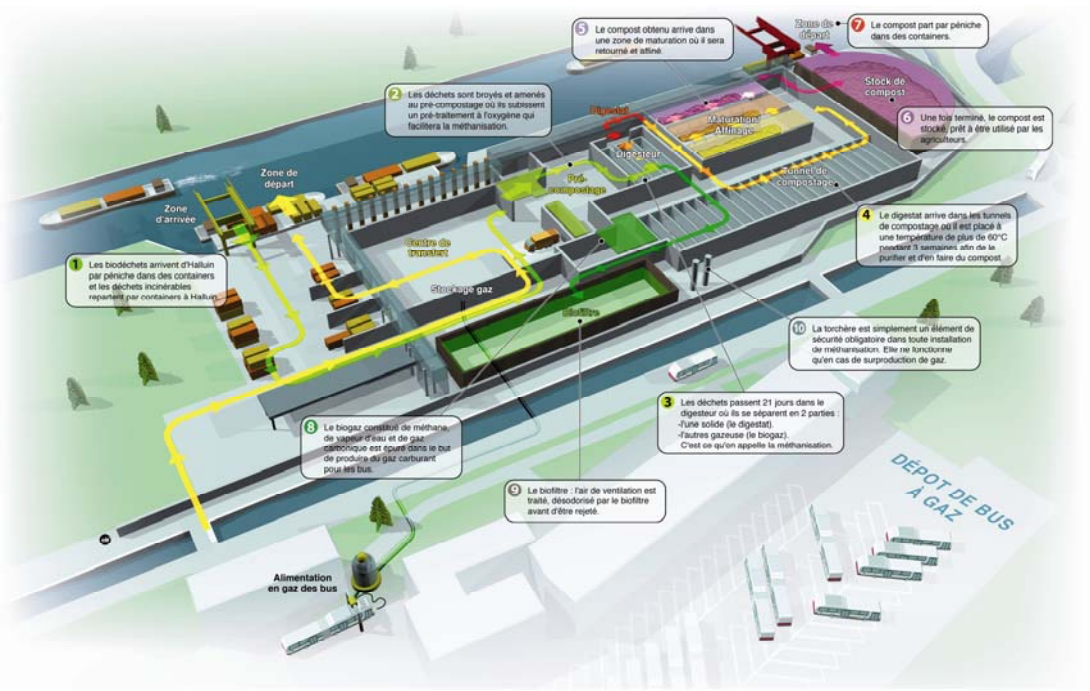
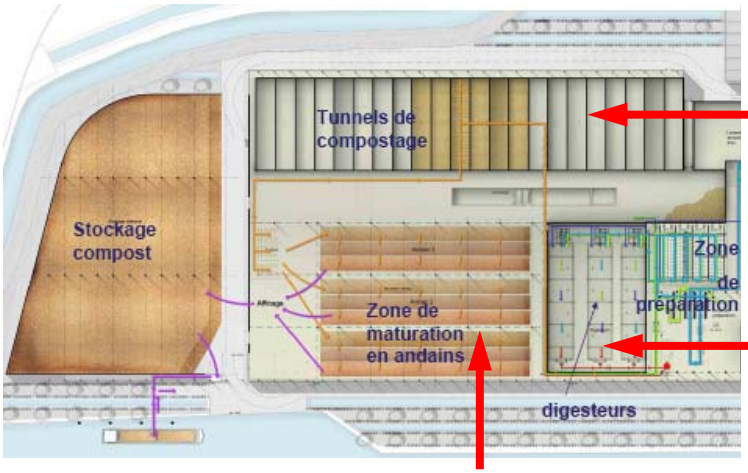
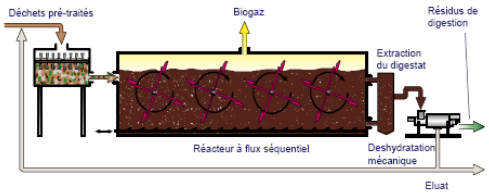


Illustration : www.lillemetropole.fr





Photos et illustrations : Deffontaine et Hirtzberger, Lille Métropole (2008)

LILLE, France **Centre de valorisation organique (CVO)**	**suite**
Aménagement, procédés, mode d'opération	**suite**
Compost	• La production annuelle de compost est de 34 500 tonnes; • Le transport du compost obtenu se fait par voie d'eau; • Le compost est valorisé sur des terres agricoles (grandes cultures) sur des terrains situés à proximité du territoire de Lille Métropole.
Biogaz	• Avec un rendement de l'ordre de 100 à 150 m^3 de biogaz brut par tonne de matière organique traitée, la production attendue de biogaz brut au CVO de Lille est de 6,7 à 10 M m^3 avec une teneur en méthane (CH_4) d'environ 60%; • Le biogaz produit est valorisé via les deux filières suivantes : – 7% du biogaz brut est utilisé pour chauffer l'unité de digestion anaérobie – 93% du biogaz brut est utilisé pour produire du biogaz-carburant • Une fois traité, le biogaz brut produit environ 4 M m^3 biogaz épuré (i.e. biogaz-carburant) annuellement (soit l'équivalent de 4,5 M de litres de diesel); • Une telle production permet d'approvisionner approximativement 100 autobus de la communauté urbaine lilloise qui utilisent le biogaz épuré en remplacement du gaz naturel; • Revenus de vente du biogaz épuré : 0,025€/kWh (0,04$$_{2008}$), soit 0,25€/$m^3$ (0,4$$_{2008}$).
Rejets	• **Rejets liquides** n.d. • **Rejets solides** n.d. • **Rejets atmosphériques** Le bâtiment du CVO est mis en dépression (pression négative) pour capter l'air et éviter les fuites. L'air des différentes étapes du procédé est aspiré vers des tours de lavage, puis vers un biofiltre avant d'être rejeté dans l'atmosphère.
Localisation	• Le CVO a été construit au bord du canal de la Deûle, au sud de Lille; • Par cette voie d'eau, les matières organiques collectées au nord de Lille (environ 20 000 tonnes/an) sont transportées et sont reçues au centre de transfert afin d'être traitées au CVO; • La station-service biogaz destinée aux autobus a été construite face au CVO (à 50 m du CVO) pour un approvisionnement direct.
Superficies	• Le CVO de Lille a été construit sur un site de 55 000 m^2.

LILLE, France — **Centre de valorisation organique (CVO)**	**suite**
Démarche d'implantation et expérience d'exploitation	
Échéancier	• **1995** : Démarrage des études • **1997** : Choix de la filière de digestion anaérobie pour le traitement des résidus organiques • **1998-1999** : Décision de coupler un centre de transbordement au CVO Études de 3 sites potentiels pour accueillir le CVO • **2000** : Adoption du site de Séquedin • **2002** : (Mai) Lancement des appels de propositions pour la conception et la construction du CVO considérant deux options d'utilisation du biogaz (électricité ou en carburant) Initiation de concertations locales (réunions publiques) Visite de sites en Allemagne • **2002** : (Novembre) Réception de 3 propositions de consortiums (Valorga/SGTN/Paindavoine, OWS/Norpec/Trace, Linde/Ramery-Sogea/Delemazure) • **2003** : (Juin) Études olfactométriques • **2003** : (Août) Attribution du contrat au consortium Linde/Ramery-Sogea/Delemazure • **2003** : (Automne) Étude d'urbanisme pour la construction de trois équipements majeurs : le Centre de Valorisation Organique (CVO), le Dépôt de 150 autobus au gaz naturel et le Dépôt de 80 véhicules de collecte des déchets et voiries d'accès • **2004** : Dépôt du permis de construire et de la demande d'autorisation d'exploitation Choix politique de la filière valorisation du biogaz sous forme de carburant • **2004** : (Novembre) Début des travaux de construction au site du CVO • **2007** : (Mars) Fin des travaux et mise en service du CVO
Partenaires	• Le CVO est l'un des sites pilotes du projet européen Biogasmax, et participe ainsi à l'évaluation des impacts économiques et environnementaux de l'utilisation du biogaz-carburant dans les transports publics; • Constructeur : Ramery-Sogea • Promoteur de la technologie : Linde • Opérateur : Carbiolane • Transport fluvial : Veolia Propreté (opérationnel depuis septembre 2007)
Mode de gestion	• La Communauté Urbaine de Lille Métropole a choisi un partenariat avec le privé • Propriété du terrain : Lille Métropole • Propriété des infrastructures : Lille Métropole • Conception et construction (*Design & Build*) : Linde/Ramery-Sogea/Delemazure • Le CVO et le centre de transfert sont exploités par Carbiolane (rémunération composée de redevances de Lille Métropole et de revenus de vente du biogaz et du compost) • Durée de l'entente de service (entre Carbiolane et Lille Métropole) : 10 ans
Coûts	• Investissement global : 75 M€ (117 M$$_{2008}$), dont 54 M€ (84 M$$_{2008}$) pour le CVO, 18 M€ (28 M$$_{2008}$) pour le centre de transfert et 3,5 M€ (5 M$$_{2008}$) en subvention; • Coût de traitement à la tonne : 63 € /tonne (98 $$_{2008}$/tonne), incluant amortissement, investissement et revenu de vente du biogaz 10 €/tonne (15,6 $$_{2008}$/tonne); • 40 employés travaillent à temps plein au CVO.

Références

HAMILTON, Canada

Communication personnelle avec Joel McCormick, Project Manager Centralized Composting Facility (CCF), City of Hamilton.

City of Hamilton, *Central Composting Facility*, 4th Canadian Waste Resource Symposium, Halifax, April 14 2008.

Maple Reinders, *Hamilton Centralized Composting Facility*, 2006.

Beth Goodger, City of Hamilton, *City of Hamilton's Central Composting Facility*, BioCycle West Coast Conference, April 14 2008.

Waste Diversion Ontario Municipal Datacall Organics Tonnage Data 2007:
http://www.wdo.ca/files/domain4116/Final%202007%20WEEE%20Tonnes%20Sept-5-08.xls

PEEL, Canada

Communication personnelle avec Trevor Barton, Waste Program Planning Supervisor, Region of Peel.

Elizabeth Baxter, Region of Peel, *Overcoming Barriers to Participation in Organics Recycling Programs*, AMRC Fall Conference, October 22 2008.

Nora Goldstein, *Ontario Regions Invest in Residential Organics Diversion*, BioCycle, April 2007.

Paul Van der Werf, *More than a Peel*, Solid Waste & Recycling Magazine, June/July 2007.

Waste Diversion Ontario Municipal Datacall Organics Tonnage Data 2007:
http://www.wdo.ca/files/domain4116/Final%202007%20WEEE%20Tonnes%20Sept-5-08.xls

OTTAWA, Canada

Communication personnelle Chris Wood, Waste Diversion Project Coordinator, City of Ottawa.

Communication personnelle Ward Janssens, Manager of International Operations, Orgaworld.

Source Separated Organics (SSO) Implementation Plan:
http://www.ottawa.ca/calendar/ottawa/citycouncil/occ/2008/06-11/pec/ACS2008-PWS-SWS-0002.htm

TORONTO, Canada

Communication personnelle avec Brian Van Opstal, Acting Manager, Operational Planning, Solid Waste Management Services, City of Toronto.

City of Toronto, *Public Consultation Report: Planning Study for Proposed Green Bin Organics Processing Facility 2007*.

City of Toronto, *SSO Public Facility Business Plan – Recommendations of the Planning Study for Expended Public SSO Processing Capacity* Staff Report, May 16 2007.

Nora Goldstein, *Toronto Moves Forward with Anaerobic Digestion of Residential SSO*, BioCycle, September 2008.

Brian Van Opstal, *Evaluating AD System Performance for MSW Organics*, BioCycle, November 2006.

Brian Van Opstal, *Managing AD System Logistics for MSW Organics*, BioCycle, December 2006.

Waste Diversion Ontario Municipal Datacall Organics Tonnage Data 2007:
http://www.wdo.ca/files/domain4116/Final%202007%20WEEE%20Tonnes%20Sept-5-08.xls

BODEN, Allemagne

Communication personnelle avec Josef Barth, European Compost Network.

Dieter Korz, Ros Roca Group, The Bio-Stab-Process, *Anaerobic treatment of organic waste from municipality or industry*, 2001.

VIENNE, Autriche

Communication personnelle avec Dieter Korz, Managing Director, Ros Roca International.

Brochure Wien Macht Biogas Umweltzentrum Simmering BiogasWien

Site web du groupe Ros Roca:
www.rosroca.com

Site web du *Simmering Environmental Center* :
www.umweltzentrum.at

VÄSTERÅS, Suède

Communication personnelle avec Carl-Magnus Pettersson, Production Manager, Svensk Växtkraft.

Dieter Korz, Ros Roca Group, *The Treatment of Municipal Organic Waste in Europe by Anaerobic Digestion*, Bioenergy 2005, Trondheim 26-27/10/2008.

P. Persson, *The Practice of Integrated Anaerobic Digestion Concepts Including Waste Management,*

Agriculture and Energy Production, ECN/ORBIT Workshop 2008 The future for Anaerobic Digestion of Organic Waste in Europe.

Svensk Vaxtkraft, *Vaxtkraft Project in Vasteras Status report 2003*.

Svensk Vaxtkraft, *Vaxtkraft Project in Vasteras Status report 2007*.

LILLE, France

Lille Métropole, *Rapport sur le prix et la qualité du service public d'élimination des déchets*, Année 2007.

Pierre Hirtzberger, Lille Métropole, *L'utilisation du biogaz comme carburant*, Journée d'étude, 20 décembre 2005.

Pierre Hirtzberger, Lille Métropole, *La méthanisation des déchets ménagers*, Colloque International Les meilleures pratiques de traitement et de valorisation des matières résiduelles, Montréal 6 et 7 octobre 2008.

Site web de Lille Métropole Communauté urbaine :
www.lillemetropole.fr

Annexe B

Exigences du MDDEP relatives au choix de la localisation d'une installation de compostage et aux technologies possibles en fonction du type d'intrants

Exigences du MDDEP relatives au choix de la localisation d'une installation de compostage et aux technologies possibles en fonction du type d'intrants

Exigences du MDDEP pour le choix de la localisation

Dans le cadre des actions qui découlent de l'adoption de sa Politique de gestion des matières résiduelles 1998-2008, mais aussi en raison du nombre croissant d'interventions du ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP) sur plusieurs sites de compostage industriels au cours des dernières années, il est apparu nécessaire de mettre à jour les règles d'encadrement des activités de compostage. Le MDDEP a donc préparé de nouvelles lignes directrices qui sont depuis peu utilisées par les directions régionales pour l'analyse des demandes d'autorisation pour des activités de compostage[8]. Le MDDEP a publié la version finale des lignes directrices l'été dernier, soit en juillet 2008.

Ainsi depuis l'été 2008, de nouvelles exigences s'appliquent à l'implantation et à l'exploitation d'un site de compostage, qu'il soit nouveau ou qu'il s'agisse d'un lieu de compostage ayant déjà fait l'objet d'une autorisation pour laquelle une demande de modification est adressée au MDDEP.

Catégories de lieux de compostage

De façon générale, ces lignes directrices sont plus restrictives que les exigences précédentes datant de 1999. Le MDDEP tient compte de l'envergure de l'installation et prévoit des exigences moins grandes pour une installation de catégorie 1, jugée moins à risque pour les odeurs, qui regroupera en tout temps un volume de matières inférieur ou égal à 7 500 m^3 (incluant les agents structurants) et qui recevra des matières de faible niveau d'odeur (O1 et O2), ainsi que des résidus verts et des résidus alimentaires triés à la source en vrac ou en sac de papier.

Les autres installations, dites de catégorie 2, sont jugées plus à risque et sont donc soumises à des exigences plus sévères tant au niveau de la localisation que de l'opération. Les installations de catégorie 2 aménagées sur aire ouverte sont jugées plus à risque que celles où les opérations de réception et de compostage actif sont effectuées à l'intérieur de bâtiments avec pression négative et traitement de l'air.

Dans tous les scénarios de traitement des matières organiques étudiés par la Ville de Montréal, il est question d'une installation de catégorie 2 au sens des lignes directrices du MDDEP.

Distances séparatrices et autres exigences de localisation

Les exigences de ces lignes directrices relativement aux distances à respecter des éléments sensibles, en vue de la protection du réseau hydrographique de surface, sont présentées au tableau suivant.

[8] MDDEP (2008). *Lignes directrices pour l'encadrement des activités de compostage*. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Direction des politiques en milieu terrestre, Service des matières résiduelles. Juillet 2008.

Tableau B-1 Critères de localisation pour l'implantation d'un site de compostage selon les Lignes directrices pour l'encadrement des activités de compostage (MDDEP, 2008)

Éléments sensibles	Distances à respecter
Protection du réseau hydrographique	
Zones d'inondation centenaires	À l'extérieur
Ouvrages de captage	30 m
Cours d'eau	50 m
Lacs	300 m

En ce qui a trait à la prévention des nuisances d'odeurs et à la localisation du site, le Ministère exige que soit réalisée une étude de dispersion des odeurs de « niveau 2 », telle que décrite dans le *Guide de la modélisation de la dispersion atmosphérique* (MDDEP 2005)[9]. Une étude de dispersion est nécessaire pour toute nouvelle installation ou pour l'agrandissement d'une installation existante, préalablement à l'obtention d'une autorisation. Cette étude doit permettre d'établir les distances requises à la dispersion des odeurs dans l'air ambiant pour que le seuil de détection (1 unité odeur - uo) soit respecté 98% du temps à la limite de la zone résidentielle ou commerciale ou au premier voisin (récepteur), tout en ne dépassant pas 5 uo pendant 99,5% du temps au même endroit.

Pour les lieux de compostage existants, c'est-à-dire ayant déjà fait l'objet d'une autorisation, comme le site de compostage du Complexe Environnemental Saint-Michel (CESM), le Ministère fait une distinction entre les lieux de compostage ayant fait l'objet de plaintes reliées aux odeurs et reconnues valides par le MDDEP ou pour lesquels il y a un voisin situé à moins de 500 mètres, et les autres lieux de compostage.

La distinction repose sur le pourcentage du temps que la limite de 5 uo ne doit pas être dépassée dans l'étude de dispersion des odeurs. Pour les installations de compostage ayant fait l'objet de plaintes reliées aux odeurs et reconnues valides par le MDDEP ou pour lesquelles il y a un voisin situé à moins de 500 mètres, l'étude de dispersion doit en effet permettre d'établir les distances requises à la dispersion des odeurs dans l'air ambiant pour que ne soit pas dépassée la limite de 5 uo pendant 99,5% du temps à la limite de la zone résidentielle ou commerciale ou au premier voisin (récepteur), comparativement à 99% du temps pour les autres installations de compostage.

Compte tenu que le voisin le plus près du site de compostage du CESM est situé à moins de 500 mètres, une augmentation de la capacité de traitement du site de compostage et/ou l'ajout de nouvelles catégories d'intrants sera envisageable dans la mesure où l'étude de dispersion des odeurs démontrera que, pour cette capacité, au premier récepteur :

- Le seuil de 1 uo est respecté 98% du temps, c'est-à-dire que ce seuil n'est pas dépassé plus de 175 heures par année;
- Le seuil de 5 uo est respecté 99,5% du temps, c'est-à-dire que ce seuil n'est pas dépassé plus de 44 heures par année.

[9] MDDEP (2005). *Guide de la modélisation de la dispersion atmosphérique*. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Direction du suivi de l'état de l'environnement. Avril 2005.

Ce sont par ailleurs les mêmes critères qui s'appliquent pour les autres installations de traitement des matières organiques prévues dans le PDGMR de l'agglomération de Montréal, puisqu'il s'agit de nouveaux lieux de compostage de catégorie 2.

De plus, le Ministère indique dans ses lignes directrices que, malgré les conclusions auxquelles pourrait arriver l'étude de dispersion des odeurs, une distance minimale, de toute zone résidentielle et/ou commerciale, de toute habitation ou lieu public, devra être respectée en fonction de la catégorie de technologie utilisée :

- Pour un nouveau lieu de compostage sur aire ouverte sans traitement de l'air, la distance minimale est de 1000 mètres (1 km);
- Dans le cas où les opérations de réception, de conditionnement et la phase thermophile du compostage sont effectuées à l'intérieur d'un bâtiment fermé avec traitement de l'air et que la phase de maturation soit abritée, la distance minimale est abaissée à 500 mètres.

Finalement, le MDDEP classe les matières résiduelles organiques en quatre catégories d'odeurs, soit O1, O2, O3 et hors catégorie (HC), en ordre croissant relativement au risque d'odeurs. Le tableau B-2 présente quelques exemples pertinents de matières organiques d'origine résidentielle telles que classées par le MDDEP:

Tableau B-2 Catégories d'odeurs selon les Lignes directrices pour l'encadrement des activités de compostage (MDDEP, 2008)

O1 (peu odorant)	**O2** (malodorant)	**O3** (fortement malodorant)	**HC** (hors catégorie)
• Compost mature • Feuilles mortes et écorces • Copeaux de bois	• Biosolides municipaux séchés	• Biosolides municipaux – usine de traitement • Rognures de gazon triés à la source, en vrac/sac papier • Résidus alimentaires triés à la source, en vrac/sac papier	• Résidus alimentaires triés à la source, en sac • Matières résiduelles mélangées, pour tri-compostage

Dans le cadre de la présente étude, il est considéré qu'un ou des lieux de compostage sur le territoire de l'agglomération de Montréal pourrait recevoir des résidus classés HC, notamment des résidus organiques triés à la source, en sac (sacs de plastique ordinaire ou compostable). Le Ministère exige que ces résidus soient reçus, conditionnés et compostés (pendant la phase thermophile) dans des bâtiments fermés avec ventilation à pression négative et traitement de l'air vicié. Il est à noter que la version actuelle des lignes directrices n'apporte pas de nuance entre les sacs de plastique ordinaire (polyéthylène) et les sacs en plastique compostables.

Annexe C

Fiches concepts techniques pour les installations projetées de digestion anaérobie, de compostage en système fermé et de compostage en système semi-fermé

INSTALLATION DE COMPOSTAGE EN SYSTÈME SEMI-FERMÉ AU COMPLEXE ENVIRONNEMENTAL SAINT-MICHEL (CESM)

Installation de traitement des matières organiques projetée au CESM selon le scénario du Plan directeur de gestion des matières résiduelles de l'agglomération de Montréal (PDGMR 2008-2012).

Le compostage, un processus biologique en milieu contrôlé :

Le compostage est un processus biologique aérobie de dégradation et de synthèse de la biomasse qui se déroule en présence d'oxygène et qui produit une matière stabilisée et hygiénisée, le compost.

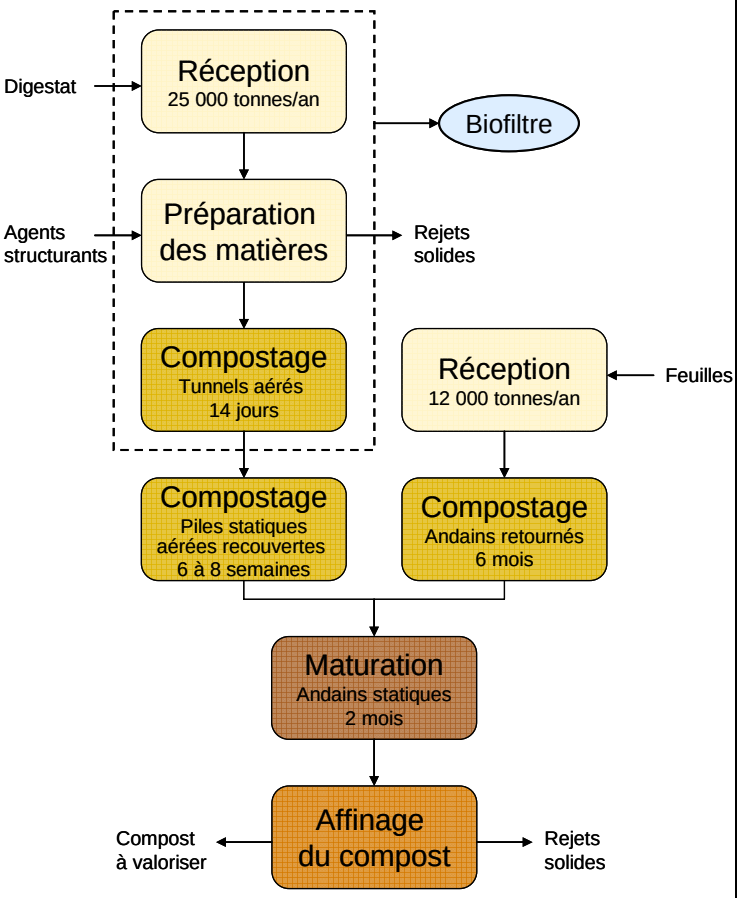
Le processus comprend deux phases. Au cours de la phase thermophile, la dégradation de la matière organique sous l'action des microorganismes est très intense et rapide. La phase de maturation permet le mûrissement du compost qui, après tamisage, est mis en marché.

Un système de compostage semi-fermé désigne un procédé qui se déroule, à sa phase thermophile, en piles statiques aérées recouvertes d'une toile. Le processus de compostage se déroule sur une plateforme à l'extérieur, mais le confinement sous la toile permet de limiter l'humidification excessive des matières et l'émission d'odeurs vers l'extérieur.

Le schéma à droite illustre un concept préliminaire* de compostage en système semi-fermé adapté pour le CESM.

Compte tenu de la localisation du CESM et de sa proximité avec des habitations et des commerces, l'ajout d'un prétraitement par compostage en tunnels fermés permet le confinement des matières à l'étape la plus odorante du procédé et donc le captage et traitement de l'air qui s'en dégage.

Le digestat, issu de la digestion anaérobie de résidus alimentaires, est plus susceptible d'émettre des odeurs que les feuilles mortes. Par conséquent, le digestat est en partie traité en système fermé et semi-fermé alors que les feuilles sont compostées sur aire ouverte.



Installation de compostage en système semi-fermé :

Le centre de compostage du CESM pourrait comprendre les composantes suivantes :

- Poste de pesée et voies de circulation
- Bâtiment administratif et stationnement
- Bâtiment fermé (aire de réception et de préparation du digestat, tunnels fermés de compostage) et biofiltre pour le traitement de l'air
- Plateforme de compostage des piles aérées et recouvertes
- Plateforme de compostage des feuilles en andains retournés
- Plateforme de maturation pour les piles compostées sous toile

Centre de compostage semi-fermé, *All Treat Farms* à Arthur en Ontario

Caractéristiques du terrain disponible :

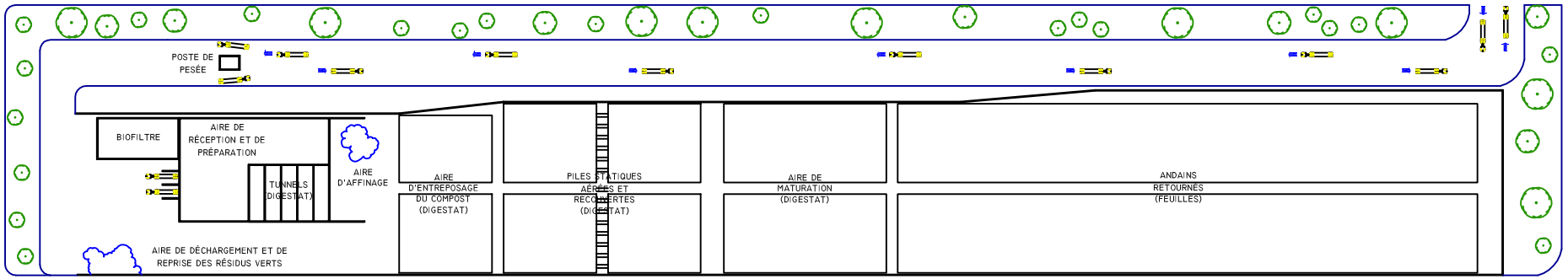
Superficie de 43 000 mètres carrés (4,3 hectares), soit la dimension actuelle du lieu de compostage au CESM.

Un croquis d'aménagement préliminaire* est fourni au verso à titre indicatif.

* Pourrait être modifié suite à la réalisation d'une étude de dispersion des odeurs pour valider le respect des seuils d'odeurs (MDDEP,2008).

CONCEPT D'INSTALLATION DE COMPOSTAGE EN SYSTÈME SEMI-FERMÉ

Vue en plan



SUPERFICIE APPROXIMATIVE DU TERRAIN :
43 000 M² (4,3 HECTARES)

SOLINOV
GESTION DES MATIÈRES RÉSIDUELLES
100, RUE RICHELIEU, SAINT-JEAN-SUR-RICHELIEU (QUÉBEC)
TÉL.:(450)348-5693, FAX.(450)348-3607, WWW.SOLINOV.COM

TECSULT | AECOM
EXPERTS-CONSEILS/CONSULTANTS
85, STE-CATHERINE O. MONTRÉAL, QC. H2X 3P4
TÉL.:(514)287-8500, FAX.(514)287-8577, WWW.TECSULT.COM

CIRCULATION EXTERNE DES CAMIONS

CAPACITÉ NOMINALE

CAPACITÉ DE TRAITEMENT 37 000 TONNES DE MAT. ORGANIQUE / AN
25000 tonnes de digestat
12 000 tonnes de feuilles

DESCRIPTION DES ESPACES

POSTE DE PESÉE ET VOIES DE CIRCULATION

BÂTIMENT DE RECEPTION DES MATIÈRES :
- BIOFILTRE (TRAITEMENT DE L'AIR)
- AIRE DE RÉCEPTION ET DE PRÉPARATION
- TUNNELS (DIGESTAT)

AIRE D'AFFINAGE

AIRE D'ENTREPOSAGE DU COMPOST (DIGESTAT)

PILES STATIQUES AÉRÉES ET RECOUVERTES (DIGESTAT)

AIRE DE MATURATION (DIGESTAT)

ANDAINS RETOURNÉS (FEUILLES)

ZONE TAMPON BOISÉE

Concept - Compost. Système semi-fermé

ÉTUDE VOLET INFRASTRUCTURES DE TRAITEMENT DES MATIÈRES ORGANIQUES
Ville de Montréal,
Division de la gestion des matières résiduelles

CONÇU PAR:	DESSINÉ PAR:	VÉRIFIÉ PAR:
F. Forcier	JF Larouche	F. Forcier

APPROUVÉ PAR:	RÉFÉRENCE CLIENT:	ÉCHELLE:
F. Forcier	05-17862	1:2750

DATE:	No CONTRAT:	No DESSIN:	MODIFICATION
12/02/2009	02-26608	0517862_Sys_sem_fer_v1	01

No	DATE	MODIFICATION	PAR	APP.
1	12/02/09	DESSIN FINAL	JFL	FF
0	01/12/08	ÉMIS POUR COMMENTAIRES	JFL	JFL

INSTALLATION DE COMPOSTAGE EN SYSTÈME FERMÉ

Installation de traitement des matières organiques projetée dans l'Ouest de Montréal selon le scénario du Plan directeur de gestion des matières résiduelles de l'agglomération de Montréal (PDGMR 2008-2012).

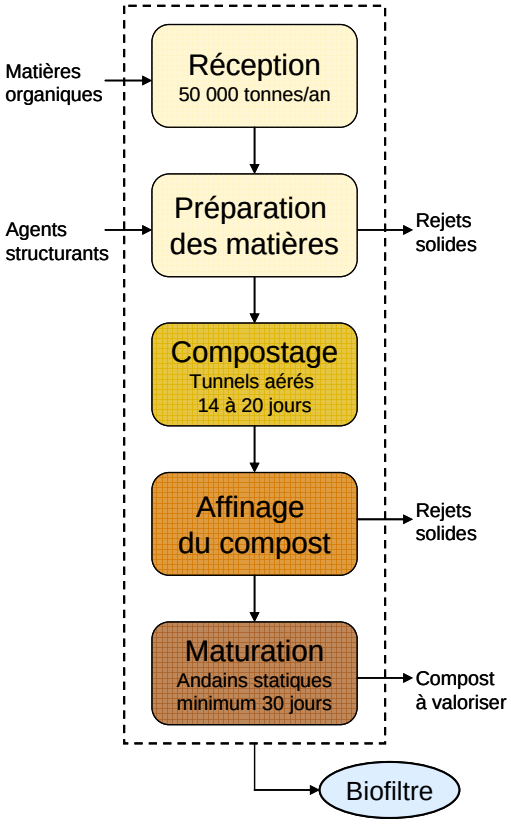
Le compostage, un processus biologique en milieu contrôlé :

Le compostage est un processus biologique aérobie de dégradation et de synthèse de la biomasse qui se déroule en présence d'oxygène et qui produit une matière stabilisée et hygiénisée, le compost servant à fertiliser les sols.

Le processus comprend deux phases. Au cours de la première phase, dite thermophile, la dégradation de la matière organique sous l'action des microorganismes est très intense et rapide. La seconde, dite de maturation, est une phase de synthèse. Cette dernière étape permet le mûrissement du compost qui, après tamisage, est mis en marché.

Un système fermé de compostage désigne un procédé qui se déroule dans un bâtiment fermé avec captage et traitement de l'air, de la réception des matières jusqu'à la stabilisation du compost. Les technologies de compostage en système fermé permettent le confinement de l'ensemble du procédé et donc le captage de l'air odorant qui s'en dégage. Le traitement de l'air du procédé de compostage permet un excellent contrôle des odeurs pouvant être émises lors du compostage.

Le schéma à droite illustre un procédé typique de compostage en tunnels fermés (exemple de la Ville de Hamilton) qui se déroule dans un bâtiment fermé avec pression négative et traitement de l'air.



Installation typique de compostage en système fermé :

Un centre de traitement par compostage comprend les composantes typiques suivantes :

- Poste de pesée et voies de circulation
- Bâtiment administratif et stationnement
- Bâtiment de compostage (aire de réception et préparation des matières, tunnels fermés de compostage, aire d'affinage du compost) et biofiltre pour le traitement de l'air
- Bâtiment de maturation du compost

Centre de compostage fermé, Ville de Hamilton

Caractéristiques du terrain requis pour l'implantation :

Superficie minimale de 30 000 mètres carrés (3 hectares), idéalement 40 000 mètres carrés, et distance minimale de 500 mètres entre l'emplacement projeté des bâtiments et la plus proche habitation ou lieu public.

Terrain à l'extérieur de la zone inondable, à 30 mètres d'un ouvrage de captage des eaux, à 50 mètres d'une cours d'eau et à 300 mètres d'un lac.

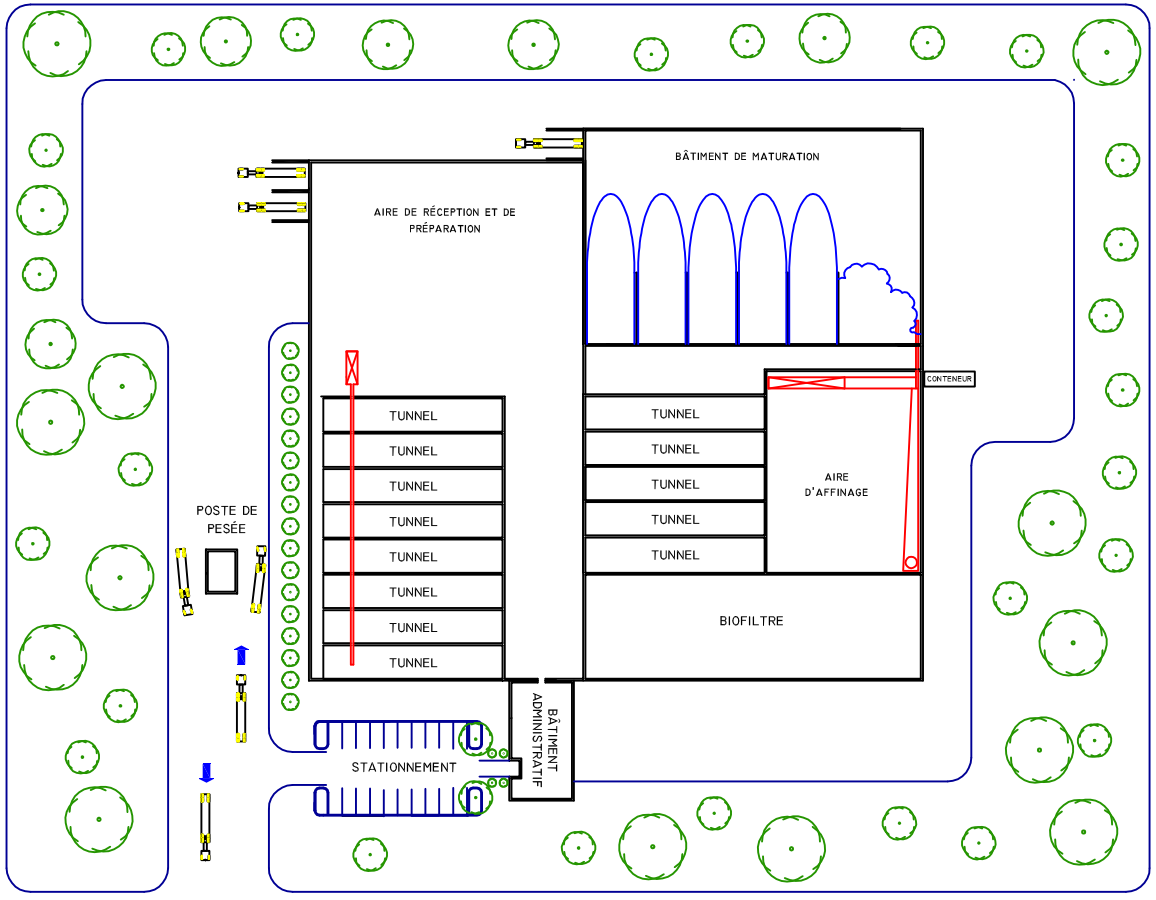
Zonage industriel ou agricole, compatibilité avec les activités voisines (ex : dépôt de neiges usées).

Facilité d'accès routier et localisation permettant de limiter les nuisances dues à la circulation.

Un croquis d'aménagement typique est fourni au verso à titre indicatif.

CONCEPT D'INSTALLATION DE COMPOSTAGE EN SYSTÈME FERMÉ

Vue en plan



SUPERFICIE APPROXIMATIVE DU TERRAIN REQUIS: 30 000 M² (3 HECTARES)

ORIENTATION NON-DISPONIBLE

****

CIRCULATION EXTERNE DES CAMIONS

****

CAPACITÉ NOMINALE

CAPACITÉ DE TRAITEMENT : 50 000 TONNES DE MAT. ORGANIQUE / AN

****

DESCRIPTION DES ESPACES

POSTE DE PESÉE ET VOIES DE CIRCULATION

BÂTIMENT ADMINISTRATIF ET STATIONNEMENT

BÂTIMENT DE COMPOSTAGE :

- AIRE DE RÉCEPTION ET DE PRÉPARATION
- TUNNELS FERMÉS DE COMPOSTAGE
- AIRE D'AFFINAGE PRIMAIRE DU COMPOST

BÂTIMENT DE MATURATION DU COMPOST

BIOFILTRE (TRAITEMENT DE L'AIR)

ZONE TAMPON BOISÉE

****

No	DATE	MODIFICATION	PAR	APP.
2	12/02/09	DESSIN FINAL	JFL	FF
1	12/12/08	COMMENTAIRES INTÉGRÉS	JFL	JFL
0	01/12/08	ÉMIS POUR COMMENTAIRES	JFL	JFL

SCEAU

SOLINOV
GESTION DES MATIÈRES RÉSIDUELLES
100, RUE RICHELIEU, SAINT-JEAN-SUR-RICHELIEU (QUÉBEC)
TÉL.(450)348-5693, FAX.(450)348-3607, WWW.SOLINOV.COM

TECSULT | AECOM
EXPERTS-CONSEILS/CONSULTANTS
85, STE-CATHERINE O. MONTRÉAL, QC. H2X 3P4
TÉL.(514)287-8500, FAX.(514)287-8577, WWW.TECSULT.COM

Concept compostage en système fermé

ÉTUDE VOLET INFRASTRUCTURES DE TRAITEMENT DES MATIÈRES ORGANIQUES
Ville de Montréal,
Division de la gestion des matières résiduelles

CONÇU PAR:	DESSINÉ PAR:	VÉRIFIÉ PAR:
F. Forcier	JF Larouche	F. Forcier

APPROUVÉ PAR:	RÉFÉRENCE CLIENT:	ÉCHELLE:
F. Forcier	05-17862	1:1500

DATE:	No CONTRAT:	No DESSIN:	MODIFICATION
12/02/2009	02-26608	0517862_Syst_Ferme_vf	02

INSTALLATION DE DIGESTION ANAÉROBIE

Installation de traitement des matières organiques projetée dans l'Est de Montréal selon le scénario du Plan directeur de gestion des matières résiduelles de l'agglomération de Montréal (PDGMR 2008-2012).

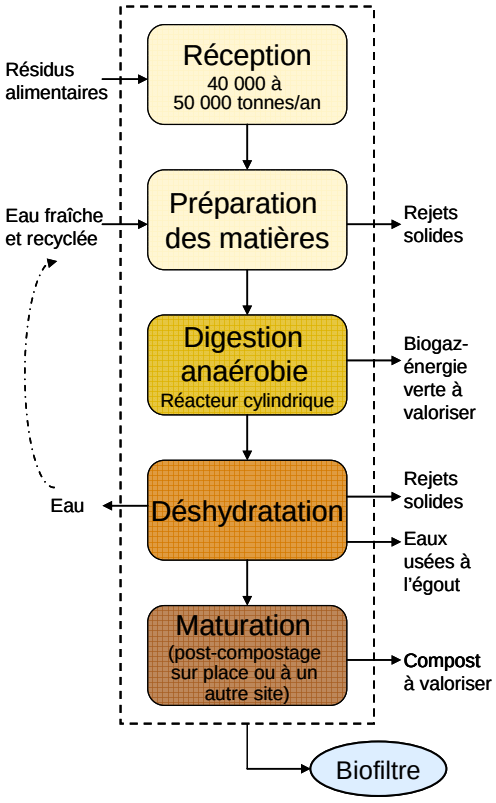
La digestion anaérobie, la production de compost et d'énergie verte :

La digestion anaérobie est un processus biologique anaérobie de dégradation de la matière organique qui se déroule en absence d'oxygène, dans un réacteur étanche permettant le captage complet des gaz de procédé. La biodégradation de la matière organique durant la phase de digestion anaérobie produit un résidu stabilisé appelé «digestat» et du biogaz.

Le biogaz est composé de méthane et de gaz carbonique. Il peut être utilisé comme énergie verte (réduction des gaz à effet de serre) et est une source potentielle de revenus.

Le digestat, qui comprend la fraction organique solide et partiellement stabilisée, est déshydraté et composté pour compléter sa stabilisation. Pour la seconde phase du processus, soit la phase de post-compostage et de maturation du digestat, plusieurs technologies de compostage peuvent être utilisées. Selon l'espace disponible, le post-compostage peut se faire sur place ou à un autre site de compostage.

Le schéma à droite illustre un procédé humide typique de digestion anaérobie. Une usine semblable existe à Toronto qui fut la première ville canadienne à avoir implanté une telle installation pour le traitement de résidus alimentaires issu d'une séparation à la source.



Installation typique de digestion anaérobie :

Un centre de digestion anaérobie comprend les composantes typiques suivantes :

- Poste de pesée et voies de circulation
- Bâtiment administratif et stationnement
- Bâtiment de prétraitement des matières (aire de réception et de stockage, aire de préparation des matières et aire de chargement du digestat) avec biofiltre pour le traitement de l'air
- Digesteur anaérobie
- Réservoir d'eaux usées
- Réservoir de biogaz et torchère

Usine de digestion anaérobie, Ville de Toronto

Caractéristiques du terrain requis pour l'implantation

Superficie minimale de 15 000 mètres carrés (1,5 hectares), idéalement 20 000 mètres carrés, et distance minimale de 500 mètres entre l'emplacement projeté des bâtiments et la plus proche habitation ou lieu public.

Terrain à l'extérieur de la zone inondable, à 30 mètres d'un ouvrage de captage des eaux, à 50 mètres d'une cours d'eau et à 300 mètres d'un lac.

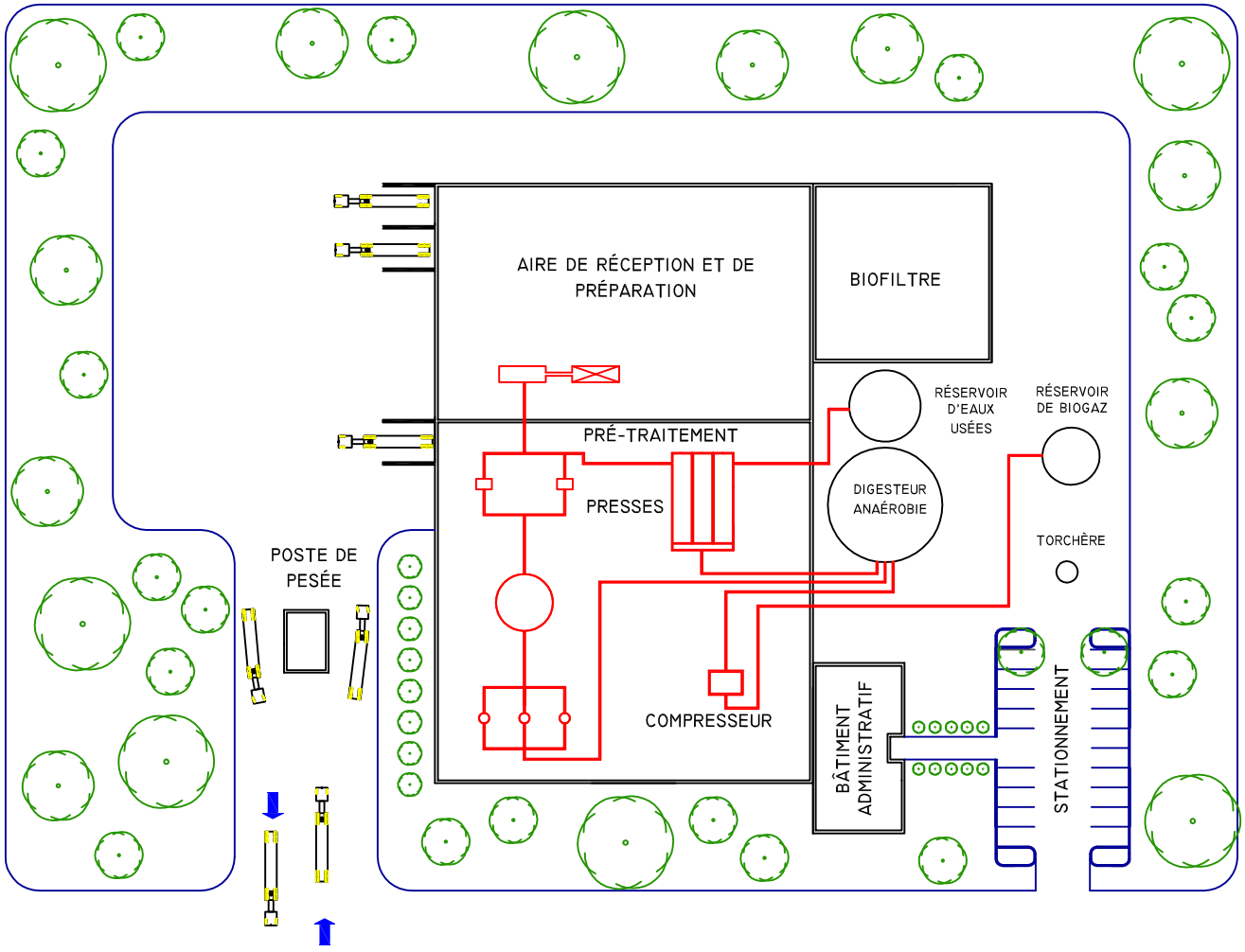
Zonage industriel, compatibilité avec les activités voisines (ex : dépôt de neiges usées, industries lourdes).

Facilité d'accès routier et localisation permettant de limiter les nuisances dues à la circulation.

Un croquis d'aménagement typique est fourni au verso à titre indicatif.

CONCEPT D'INSTALLATION DE DIGESTION ANAÉROBIE

Vue en plan



ORIENTATION NON-DISPONIBLE

****

CIRCULATION EXTERNE DES CAMIONS

****

CAPACITÉ NOMINALE

CAPACITÉ DE TRAITEMENT 40 000 TONNES DE MAT. ORGANIQUE / AN

****

DESCRIPTION DES ESPACES

POSTE DE PESÉE ET VOIES DE CIRCULATION

BÂTIMENT ADMINISTRATIF ET STATIONNEMENT

BÂTIMENT DE PRÉTRAITEMENT DES MATIÈRES :

- AIRE DE RÉCEPTION ET DE STOCKAGE
- AIRE DE PRÉPARATION HUMIDE
- AIRE DE CHARGEMENT DU DIGESTAT

DIGESTEUR ANAÉROBIE

RÉSERVOIR D'EAUX USÉES

RÉSERVOIR DE BIOGAZ ET TORCHÈRE

BIOFILTRE (TRAITEMENT DE L'AIR)

ZONE TAMPON BOISÉE

****

No	DATE	MODIFICATION	PAR.	APP.
2	12/02/09	DESSIN FINAL	JFL	FF
1	12/12/08	COMMENTAIRES INTÉGRÉS	JFL	JFL
0	01/12/08	ÉMIS POUR COMMENTAIRES	JFL	JFL

SCEAU

SOLINOV
GESTION DES MATIÈRES RÉSIDUELLES
100, RUE RICHELIEU, SAINT-JEAN-SUR-RICHELIEU (QUÉBEC)
TÉL.:(450)348-5693, FAX.(450)348-3607, WWW.SOLINOV.COM

TECSULT | AECOM
EXPERTS-CONSEILS/CONSULTANTS
85, STE-CATHERINE O. MONTRÉAL, QC, H2X 3P4
TÉL.:(514)287-8500, FAX.(514)287-8577, WWW.TECSULT.COM

Concept de digestion anaérobie

ÉTUDE VOLET INFRASTRUCTURES DE TRAITEMENT DES MATIÈRES ORGANIQUES

Ville de Montréal,

Division de la gestion des matières résiduelles

CONÇU PAR:	DESSINÉ PAR:	VÉRIFIÉ PAR:
F. Forcier	JF Larouche	F. Forcier
APPROUVÉ PAR:	RÉFÉRENCE CLIENT:	ÉCHELLE:
F. Forcier	05-17862	1:1000
DATE:	No CONTRAT:	No DESSIN:	MODIFICATION
12/02/2009	02-26608	0517862_Dig_ana_vf	02

SUPERFICIE APPROXIMATIVE DU TERRAIN REQUIS: 20 000 M² (2 HECTARES)

Annexe D

Analyse des options de traitement et de valorisation du biogaz

Analyse des options de traitement et de valorisation du biogaz

Dans le contexte d'implantation de digesteurs anaérobies sur le territoire de la Ville de Montréal, quatre options d'utilisation ont été identifiées :

- Option 1 : Utilisation à la Station d'épuration des eaux usées de la Ville de Montréal en remplacement du gaz naturel;
- Option 2 : Production d'électricité à la Centrale Gazmont;
- Option 3 : Purification et injection dans le réseau de gaz naturel;
- Option 4 : Purification et utilisation dans des véhicules.

Les sections suivantes présentent une description et une analyse de ces quatre scénarios afin d'identifier les principaux avantages et inconvénients ainsi que les contraintes et les opportunités de localisation associés à chacun de ces scénarios.

OPTION 1 : Utilisation à la Station d'épuration des eaux usées de la Ville de Montréal

Potentiel d'utilisation

Le biogaz généré par la digestion anaérobie pourrait être utilisé à la Station d'épuration des eaux usées de la Ville de Montréal en remplacement du gaz naturel. À la Station d'épuration, on retrouve 4 unités d'incinération de boues générées par l'épuration des eaux usées où il y a récupération de l'énergie par la production de vapeur. La vapeur produite est utilisée pour les besoins en chauffage de la Station. La production de vapeur est modulée selon les besoins. En hiver, les besoins en vapeur peuvent atteindre 18 000 kg/h (correspondant à 50 GJ/h en énergie). En juillet et août, la production moyenne de vapeur est de 4 130 kg/h (11,6 GJ/h) (Seneca 2008). Lorsque les besoins en vapeur sont inférieurs à l'énergie disponible dans les gaz de combustion, ceux-ci contournent la chaudière et sont dirigés directement vers l'épurateur humide avant d'être évacués par les cheminées.

Dans la chambre d'incinération, du gaz naturel peut être utilisé comme combustible d'appoint. Cependant, la capacité calorifique des boues est généralement suffisante pour l'auto-incinération des boues. Toutefois, on doit utiliser du gaz naturel pour le démarrage et dans la chambre de post-combustion qui doit être maintenue à 760 °C pour la destruction complète des composés organiques qui pourraient être présents dans les gaz de combustion. Le biogaz produit par la digestion anaérobie pourrait être utilisé en remplacement du gaz naturel dans la chambre de postcombustion. En moyenne, la consommation de gaz naturel à la Station est 47,8 GJ/h. Selon le bilan, la quantité de biogaz produite par l'une des installations de digestion anaérobie représenterait environ 25% des besoins en gaz naturel de la Station.

Avantages et contraintes

Dans ce scénario, le biogaz pourrait être utilisé directement comme combustible dans la chambre de postcombustion. Aucun traitement ne serait requis, compte tenu de la température dans cette chambre qui permet la destruction des COV, qui pourraient être présents dans le biogaz, et du laveur de gaz qui permet d'éliminer les gaz acides produits par la présence de H_2S dans le biogaz. Il est cependant difficile de prédire si la combustion du biogaz aurait un effet sur la concentration de dioxines et furannes dans les gaz à la cheminée des incinérateurs.

Considérant le peu d'espace disponible sur le site de la Station d'épuration pour l'implantation d'un digesteur anaérobie, le digesteur pourrait être localisé sur un site situé à proximité de la Station. Dans un tel cas, une conduite serait requise, de même que les mesures adéquates pour empêcher la corrosion de cette conduite (conduite en acier inoxydable, enlèvement de l'humidité et des gaz acides).

Le coût en capital pour l'utilisation du biogaz à l'incinérateur de la Station d'épuration des eaux est relativement faible, de l'ordre de 300 000$. Il se limite à l'installation de l'équipement pour le transfert du biogaz du digesteur vers le l'incinérateur (compresseur et conduite). Cette option pourrait entraîner des coûts additionnels associés aux éléments suivants :

- Les modifications aux brûleurs afin de brûler un gaz de faible pouvoir calorifique, qui devraient être mineures;
- Une torchère devrait possiblement être installée afin de brûler le biogaz de façon sécuritaire durant les périodes où l'incinérateur ne peut utiliser le biogaz;
- Selon la variation du taux de génération du biogaz en relation avec le mode d'utilisation, il pourrait être requis d'ajouter au système un réservoir (sphère pressurisée) pour l'entreposage intermédiaire du biogaz.

Le concept plus détaillé pourra être élaboré suite à un examen des installations de la Station pour déterminer les interrelations entre la Station et les installations du digesteur anaérobie.

Si l'on considère le coût du gaz naturel à 6,80$/GJ (coût au 1er novembre 2008), l'utilisation du biogaz en remplacement du gaz naturel représenterait pour la Station une économie de l'ordre de 700 000$ par an. Cependant, ceci ne prend pas en compte la consommation d'énergie reliée au procédé de digestion anaérobie qui pourrait réduire la quantité de biogaz disponible.

OPTION 2 : Production d'électricité à la Centrale Gazmont

Potentiel d'utilisation

Biothermica possède et opère la Centrale Gazmont, d'une capacité de 25 MW, qui produit de l'électricité à partir du biogaz généré par le site d'enfouissement du CESM (ancienne carrière Miron). Le biogaz est utilisé comme combustible pour produire de la vapeur. Une turbine à vapeur couplée à une génératrice produit l'électricité vendue à Hydro-Québec. Cette centrale pourrait utiliser le biogaz généré par le digesteur anaérobie pour augmenter sa production d'électricité. De plus, Gazmont valorise une portion de l'énergie résiduelle contenue dans la vapeur à la sortie de la génératrice pour le chauffage de bâtiments afin d'augmenter l'efficacité globale d'utilisation de l'énergie contenue dans le biogaz. D'autres projets de valorisation de l'énergie résiduelle ont été identifiés. Cependant, compte tenu que les prévisions montrent une diminution de l'approvisionnement en biogaz pour la Centrale, ces projets ne peuvent pas se concrétiser.

Selon les estimations du volume de biogaz produit, la Centrale Gazmont serait en mesure d'absorber aisément le biogaz qui serait généré par l'une des installations de digestion anaérobie projetées. En considérant une efficacité de transformation de l'énergie du biogaz en électricité de 27% (efficacité typique actuelle de la Centrale), la Centrale pourrait produire environ 0,9 MW supplémentaire (sans tenir compte de la consommation d'énergie associée à la digestion anaérobie).

Avantages et contraintes

Le coût en capital pour l'utilisation du biogaz à la Centrale Gazmont serait faible (soufflante et conduite). Pour ce scénario, il serait avantageux que le digesteur soit situé à proximité de la Centrale Gazmont afin de limiter la longueur de la conduite de transfert du biogaz. Le coût en capital est similaire au scénario d'utilisation du biogaz à la Station d'épuration des eaux usées, soit de l'ordre de 300 000$.

Une estimation des revenus potentiels associés à la production d'électricité à partir du biogaz a été faite en assumant un revenu de 0,053$/kWh (taux reçu par Gazmont pour l'électricité produite en 2006). Le revenu global serait de l'ordre de 200 000$ par an. Dans le cadre d'un projet de digestion anaérobie, une entente devrait être négociée entre Gazmont et la Ville de Montréal sur la répartition des revenus. Pour cette évaluation des revenus, la consommation d'énergie liée au procédé de digestion anaérobie n'a pas été prise en compte. Il faut toutefois considérer que la collecte des résidus organiques se fera à un rythme progressif, la quantité de biogaz généré augmentant donc à un rythme similaire au fil des ans. Il faut également mentionner que le taux de génération du biogaz pourra varier avec les saisons.

L'utilisation du biogaz de la digestion anaérobie à la Centrale Gazmont permettrait également de sécuriser, en partie, l'approvisionnement en biogaz et permettrait d'accroître le potentiel de valorisation de la chaleur résiduelle de la centrale.

OPTION 3 : Purification et injection dans le réseau de gaz naturel

Potentiel d'utilisation

Pour être injecté dans le réseau de distribution du gaz naturel, le biogaz doit être traité afin qu'il soit de qualité comparable au gaz naturel. Le biogaz peut être vendu à un utilisateur particulier par une entente à long terme sur l'achat du biogaz. On doit également prendre entente avec le distributeur de gaz (Gazoduc TQM) pour le transport du gaz.

Le traitement pour l'injection en réseau doit permettre de rencontrer les critères de qualité du gaz suivants :

- Retirer l'eau afin d'éviter sa condensation dans les conduites et équipements. Pour l'injection en réseau, il est requis d'abaisser la teneur en eau à moins de 65 mg/Nm^3. De plus, la présence d'eau avec des composés comme le H_2S et le CO_2 génère des solutions acides qui entraînent des problèmes de corrosion des conduites et des équipements;
- Retirer les poussières qui peuvent causer des dommages aux équipements;
- Retirer le CO_2 dans le but d'augmenter le pouvoir calorifique du gaz. La concentration en dioxyde de carbone doit être inférieure à 2% (en volume) pour l'injection en réseau. Le pouvoir calorifique supérieur du gaz injecté dans le réseau doit être au minimum de 36 MJ/m^3 (moyenne mensuelle);
- Retirer le H_2S que l'on peut retrouver à des concentrations relativement élevées dans le biogaz (entre 200 et 4 000 ppm). Ce gaz est toxique, corrosif et peut causer des dommages aux équipements utilisant un combustible avec une teneur élevée de H_2S. De plus, la combustion du H_2S génère du SO_2, un polluant pour lequel des normes d'émission doivent être rencontrées. La

teneur maximale de sulfure d'hydrogène dans le gaz injecté dans le réseau doit être inférieure à 23 mg/Nm^3 (16,5 ppm) et la teneur totale en soufre doit être inférieure à 115 mg/Nm^3;

- Retirer les hydrocarbures halogénés et autres composés organiques volatils qui peuvent être des générateurs de contaminants lors de la combustion.

De plus, pour l'injection dans le réseau de gaz naturel, le biogaz traité doit être compressé et refroidi (température maximale de 50°C), et odorisé pour des raisons de sécurité en cas de fuite.

Procédés de traitement

Il existe différents procédés de traitement du biogaz plus ou moins élaborés selon l'utilisation prévue du biogaz. Pour l'injection en réseau, on doit nécessairement retirer le dioxyde de carbone (CO_2), le sulfure d'hydrogène (H_2S) et l'eau. Les unités de traitement du biogaz sont généralement une combinaison de procédés qui permettent d'obtenir un biogaz à la qualité désirée. Les procédés les plus utilisés pour le traitement du biogaz généré par la digestion anaérobie sont basés sur les technologies suivantes :

- absorption à l'eau;
- absorption chimique à l'aide d'un solvant;
- adsorption sur charbon activé (ou tamis moléculaire) modulée en pression (Pressure Swing Adsorption, PSA);
- séparation par membranes.

Le biogaz pourrait également être traité par un procédé cryogénique. Cependant, aucune installation de traitement par cryogénie de biogaz produit par la digestion anaérobie n'a été identifiée. Une description de chacun de ces procédés de traitement du biogaz est présentée ci-dessous.

1. Absorption à l'eau

Dans ce procédé, le biogaz compressé passe par une tour de lavage à garnissage où le CO_2 et le H_2S sont mis en solution dans l'eau circulant à contre courant du biogaz, ces deux composés étant plus solubles dans l'eau que le méthane. À la sortie de la tour de lavage, le gaz est ensuite séché, compressé, refroidi et odorisé. L'écoulement d'eau contenant le CO_2 et le H_2S est dirigé vers un ballon de détente où une partie du CO_2 est relâché. Le gaz relâché dans le ballon de détente peut être recirculé au compresseur d'alimentation du biogaz. L'eau est ensuite dirigée vers une colonne d'extraction à l'air. Dans cette colonne, le CO_2 et le H_2S sont transférés à l'air qui lui est ensuite dirigé vers le biofiltre de l'installation pour éviter des émissions de H_2S à l'atmosphère. L'eau peut être recirculée vers la colonne de lavage. Dans ce procédé, la perte de méthane est relativement faible. Le procédé d'absorption à l'eau est la technologie de traitement du biogaz la plus utilisée en Europe.

2. Absorption chimique

Le procédé d'absorption chimique est similaire au procédé d'absorption à l'eau, à l'exception que c'est un solvant qui est utilisé comme agent d'extraction du CO_2 et du H_2S. Le solvant Selexol, qui est un mélange de dimethyl éther et de polyéthylène glycol, est souvent utilisé pour cette application. D'autres solvants, comme des amines peuvent également être utilisés. Ce procédé a été développé il y a plus de 30 ans pour le traitement du gaz naturel et les gaz de synthèse produit par la gazéification. La capacité d'absorption du solvant étant supérieure à celle de l'eau, le débit de solvant est inférieur.

Ceci a pour effet de réduire la dimension de certains équipements. Le solvant est régénéré dans une colonne de désorption à l'air. Le solvant régénéré est retourné à la tour de lavage. Le gaz acide en tête de colonne peut être incinéré ou dirigé vers le biofiltre.

3. Adsorption sur charbon activé (ou tamis moléculaire) modulée en pression (PSA)

Dans ce procédé, l'adsorption du CO_2 est effectuée sur du charbon activé ou à l'aide de tamis moléculaires. Le procédé est appelé adsorption modulée en pression (Pressure Swing Adsorption, PSA) puisque l'adsorption se fait à une pression élevée et la désorption est effectuée par une réduction de la pression et l'application d'un léger vide. Le gaz alimenté à la colonne d'adsorption doit être sec et libre de H_2S. On utilise un lit additionnel de charbon activé pour l'enlèvement du H_2S comme prétraitement. Dans la plupart des procédés PSA, on retrouve quatre colonnes d'adsorption. Lorsque le matériel d'une des colonnes est saturé, le gaz est dirigé dans la seconde. La colonne saturée est dépressurisée vers l'une des autres colonnes et passe en mode de désorption. L'utilisation de 4 colonnes permet une opération en continu et une réduction de l'énergie nécessaire pour la compression du gaz. Le gaz libéré lors de la désorption, qui contient principalement du CO_2, est rejeté à l'atmosphère ou brûlé (pour éviter le rejet de méthane à l'atmosphère).

4. Membranes

Dans le procédé de séparation à l'aide de membranes, la séparation du CO_2 est effectuée par le principe de perméation sélective. La membrane d'acétate de cellulose est plus perméable aux molécules de CO_2 qu'à celles du méthane. Pour atteindre les spécifications sur le pouvoir calorifique du gaz (concentration en méthane suffisamment élevée) pour l'injection en réseau, au minimum deux étapes de séparation par membranes sont nécessaires. Ce procédé a le désavantage de perdre une partie du méthane dans le perméat (gaz concentré en CO_2); environ 5 à 15 % selon les conditions d'opération. De plus, la membrane est sensible à certains composés et requiert un prétraitement du gaz; soit l'enlèvement de l'eau, des particules, du H_2S et des hydrocarbures lourds (comme les huiles de lubrification des compresseurs). Le gaz traité est ensuite séché, compressé, refroidi et odorisé.

5. Cryogénie

Dans ce type de procédé, la séparation du CO_2 du biogaz est effectuée sur la base de la différence des températures d'ébullition du CO_2 (-78 °C) et du méthane (-160°C). Le CO_2 est donc séparé du gaz en le liquéfiant par refroidissement à une pression élevée. Un prétraitement pour l'enlèvement du sulfure d'hydrogène (H_2S) et l'eau est nécessaire. Le biogaz prétraité passe par une série d'étapes de compression, de refroidissement et d'expansion pour obtenir la liquéfaction du CO_2. Ce procédé a l'avantage de produire du CO_2 exempt de contaminants qui est commercialisable. Cependant, ce procédé de traitement du biogaz produit par digestion anaérobie a seulement été testé en Europe, et ce, à l'échelle pilote.

6. Enlèvement du sulfure d'hydrogène (H_2S)

Considérant que le sulfure d'hydrogène est extrêmement réactif avec la plupart des métaux, il est préférable de le retirer du biogaz le plus tôt possible dans le procédé. En Suède, il a été démontré qu'il était possible de réduire sa concentration dans le biogaz produit à l'intérieur même du procédé de digestion, soit par l'injection d'air ou d'oxygène dans le digesteur ou dans la réserve de biogaz ou par l'ajout de chlorure de fer dans le digesteur (Ref. :IEA Bioenergy).

L'ajout contrôlé d'une faible quantité d'air ou d'oxygène dans le digesteur ou dans la réserve de biogaz vise à favoriser une désulfurisation biologique à l'aide des microorganismes qui peuvent oxyder le sulfure. Les produits formés sont principalement du soufre élémentaire, mais également du sulfate. Pour cette oxydation microbiologique, il est requis d'ajouter une quantité d'air au biogaz. Selon la concentration en H_2S, ceci peut représenter 2 à 6% d'air dans le biogaz. Ce type de microorganismes est présent naturellement dans des biosolides tels que les résidus alimentaires et ne nécessite pas d'inoculation. En fonction de la température, du temps de réaction et du point d'injection de l'air, la concentration de H_2S peut être réduite de 95%. Cependant, des mesures de sécurité doivent être prises pour le contrôle de l'ajout d'air ou d'oxygène pour éviter de créer un mélange explosif de biogaz et d'air. Le mélange est explosif lorsque la concentration d'air représente 6 à 12% du mélange.

Dans l'autre alternative, du chlorure de fer peut être ajouté directement dans le digesteur. Celui-ci réagit avec le sulfure d'hydrogène pour produire du sulfure de fer qui se dépose sous forme solide. Cependant, cette technique ne permet pas de réduire suffisamment la concentration de sulfure d'hydrogène (H_2S) pour atteindre les spécifications pour l'injection en réseau ou encore l'utilisation dans les véhicules. Elle permet cependant de réduire la concentration de H_2S et réduire les risques de corrosion dans les équipements de traitement du biogaz en aval.

Le tableau D-1 présente les avantages et les inconvénients des différents procédés de traitement du biogaz. Les unités de traitement de biogaz sont souvent une combinaison de procédés qui permettent d'obtenir la qualité de biogaz recherchée en relation avec ses caractéristiques initiales.

Tableau D-1 Comparaison des technologies de traitement du biogaz

	Avantages	Inconvénients
Absorption à l'eau	• Permet l'enlèvement du H_2S et du CO_2 et des particules dans la même colonne d'absorption • Procédé simple sans utilisation de produits chimiques • De l'eau usée traitée peut être utilisée • Perte de méthane relativement faible (moins de 5%)	• Requiert de grande quantité d'eau • L'eau contenant le H_2S et du CO_2 en solution doit être traitée ou régénérée (si elle est réutilisée dans le procédé)
Absorption chimique	• Efficacité d'enlèvement du CO_2 et du H_2S plus élevée • Permet également l'enlèvement de l'eau; évite l'étape de séchage du gaz • Procédé éprouvé (utilisé pour le traitement du gaz naturel) • Très faible perte de méthane	• Procédé plus complexe • Solvant doit être régénéré à la vapeur ou un gaz inerte pour éviter la formation de soufre élémentaire • Utilisation d'un solvant coûteux • Régénération du solvant requiert plus d'énergie
Adsorption sur charbon activé modulée en pression (PSA)	• Efficacité d'enlèvement du CO_2 élevée • Consommation d'énergie moindre • Permet également l'enlèvement de l'oxygène et de l'azote • N'est pas sensible aux contaminants	• Requiert l'enlèvement du H_2S et de l'eau au préalable • Plusieurs colonnes requises; coûts plus élevés • Perte d'environ 5 à 10% du méthane lors de la désorption
Membranes	• Procédé simple et compact • Entretien facile • Procédé s'adapte aux variations de concentration et de débit • Procédé moins dispendieux • Pas de produits chimiques requis	• Requiert l'enlèvement des composés halogénés du H_2S au préalable (par adsorption sur charbon activé), l'enlèvement des particules (filtres) et des liquides • Pour atteindre un taux d'enlèvement du CO_2 suffisant pour l'injection en réseau, au minimum deux étapes de séparation par membranes sont requis • Membranes doivent être changées à tous les 2 à 5 ans • Perte d'environ 10 à 15% du méthane dans le perméat

Revenus potentiels

En considérant une quantité de biogaz produit de 4,8 millions de mètres cubes avec un pouvoir calorifique de 21,6 MJ/m^3, les revenus potentiels associés à la vente du biogaz pourraient atteindre 600 000$ par an sur la base des tarifs de gaz naturel en novembre 2008 (6,80$/GJ) et en assumant une perte de méthane de l'ordre de 10% dans le procédé de traitement du biogaz (sans tenir compte de la consommation d'énergie du procédé de digestion anaérobie).

Les émissions de gaz à effet de serre évités, basées sur le volume de gaz naturel remplacé par le biogaz, seraient de l'ordre de 4 900 tonnes CO_2 équivalent par an. Dans l'entente de vente du biogaz, il s'agirait d'établir comment seraient répartis les crédits CO_2 disponibles entre le producteur et l'utilisateur du biogaz.

OPTION 4 : Purification et utilisation dans des véhicules

Potentiel d'utilisation

Le biogaz traité peut également être utilisé dans des véhicules conçus pour utiliser du gaz naturel compressé (CNG). Dans ce cas, le biogaz doit également être traité afin qu'il soit de qualité comparable à celle du gaz naturel. Les mêmes procédés de traitement présentés dans la section précédente sont applicables. Les installations doivent être complétées par un réservoir d'entreposage du biogaz traité et par un ou des poste(s) de ravitaillement des véhicules.

Dans cette option, on pourrait considérer qu'un certain nombre de véhicules lourds de la flotte de la Ville de Montréal, comme par exemple, des camions de collecte des ordures ou des autobus de la STM, puissent être alimentés par le biogaz. On retrouve en Europe, plus particulièrement en Suède et en France, plusieurs exemples d'utilisation du biogaz dans des véhicules. Dans la plupart de ces installations, on utilise l'absorption à l'eau (enlèvement du CO_2 et du H_2S) ou une combinaison de l'adsorption sur charbon activé (tamis moléculaire) modulée en pression (enlèvement du CO_2) avec l'adsorption sur charbon activé pour l'enlèvement du H_2S comme techniques de purification du biogaz.

Les véhicules conçus pour fonctionner au gaz naturel compressé (CNG) peuvent utiliser du biogaz traité. En Europe, Volvo a commercialisé, particulièrement en Allemagne et en Suède, des véhicules légers (automobiles) bi-énergie pouvant fonctionner au gaz naturel (ou biogaz) compressé et à l'essence. Il ne se vend pas de véhicule léger fonctionnant au gaz naturel au Canada. Cependant, les véhicules à essence peuvent être convertis pour fonctionner au gaz naturel.

En Amérique du Nord, des manufacturiers de véhicules de poids moyen et lourd, notamment pour la collecte des ordures municipales et le transport en commun, peuvent proposer des modèles équipés de moteurs fonctionnant au gaz naturel compressé (CNG)[10]. On note également que les véhicules au gaz (gaz naturel ou biogaz) sont beaucoup moins bruyants que des véhicules similaires au diesel.

[10] Voir les sites suivants :
Natural Gas Vehicle for America (NGVAmerica) : http://www.ngvc.org/about_us/index.html
Canadian Natural Gas Vehicle Alliance : http://www.cngva.org/about.htm
Ressources naturelles Canada: http://oee.nrcan.gc.ca/transports/carburants/gaz-naturel/gaz-naturel-disponibilite.cfm?attr=16

Revenus potentiels

En considérant une quantité de biogaz produit de 4,8 millions de mètres cubes avec un pouvoir calorifique de 21,6 MJ/m^3, le biogaz traité représenterait l'équivalent d'environ 2,8 millions de litres de carburant par an. Les revenus (ou l'économie) sur la vente (ou l'achat) de carburant varient en fonction du prix du carburant sur le marché, lequel fluctue avec le prix du pétrole brut. En considérant un coût de 1,00$/L pour le carburant diesel, les revenus (ou économies) associés au biocarburant seraient de l'ordre de 2,8 millions $ par an. Cette estimation ne tient pas compte de la consommation d'énergie du procédé de digestion anaérobie qui pourrait réduire la quantité de biogaz disponible.

Il faut également considérer les coûts d'achat de véhicules pouvant utiliser ce type de carburant (gaz naturel compressé) ou les coûts de conversion des véhicules de la flotte ainsi que les coûts associés à l'installation de réservoirs et des postes de ravitaillement.

Coût de traitement du biogaz

Les facteurs suivants peuvent influencer les coûts d'investissement et d'opération associés au traitement du biogaz :

- Capacité nominale de l'unité de traitement;
- Si une portion du biogaz (non-traité ou partiellement traité) est utilisée sur place pour les besoins de l'unité de digestion;
- Dans le cas d'une unité d'absorption à l'eau, si elle inclut ou non, une étape de régénération de l'eau;
- Du type de traitement qui pourrait être requis pour les rejets du procédé de traitement (air, eaux usées);
- Dans le cas d'injection en réseau, il faut établir les coûts d'installation d'une conduite pour rejoindre un point d'injection dans le réseau;
- Dans le cas d'utilisation dans les véhicules, il faut ajouter les coûts d'un ou des postes de ravitaillement des véhicules. Si le ou les postes de ravitaillement ne sont pas situés sur le site, il faut ajouter les coûts de conduite de raccordement.

Sur la base des exemples d'installations de traitement du biogaz en Europe, les coûts d'investissement pour une installation de traitement de biogaz avec une capacité de traitement de 4,8 millions de mètres cubes par an, et permettant d'obtenir un gaz qui peut être injecté dans le réseau de gaz naturel ou encore être utilisé dans des véhicules, sont de l'ordre de 2 à 3 millions $.

Comparaison des options

Le tableau D-2 présente les avantages et les inconvénients des 4 options d'utilisation du biogaz considérées dans le contexte de l'implantation de digesteurs anaérobies sur le territoire de l'agglomération de Montréal.

Tableau D-2 Comparaison des options d'utilisation du biogaz

	Avantages	Inconvénients
Utilisation à la Station d'épuration des eaux usées	• Coûts en capital très faibles • Pas de traitement du biogaz requis • Permet de remplacer une portion du gaz naturel consommé à la station • Réduction des émissions de gaz à effet de serre	• Le biogaz généré par le digesteur anaérobie ne remplacerait qu'environ 25% des besoins en gaz naturel de la Station
Utilisation à la Centrale Gazmont – production d'électricité	• Coûts en capital très faibles • Pas de traitement du biogaz requis • Utilisation d'une infrastructure existante (Centrale Gazmont) pour laquelle l'approvisionnement actuel en biogaz est en décroissance • Permet d'améliorer le potentiel des projets d'augmentation de l'efficacité énergétique de la Centrale	• Production d'énergie plus faible compte tenu de la faible efficacité de la transformation de l'énergie du biogaz en électricité • Revenus plus faibles compte tenu du faible coût de l'énergie électrique par rapport au combustible fossile
Purification et injection dans le réseau de gaz naturel	• Permet de remplacer du gaz naturel • Réduction des émissions de gaz à effet de serre • Revenus élevés	• Coûts en capital plus élevés • Requiert un traitement du biogaz; coûts d'opération et d'entretien
Purification et utilisation dans des véhicules	• Permet de remplacer un combustible fossile (essence ou diesel) • Économies en carburant appréciables • Réduction des émissions de gaz à effet de serre	• Coûts en capital plus élevés • Requiert un traitement du biogaz; coûts d'opération et d'entretien • Requiert des postes de ravitaillement des véhicules • Requiert l'achat (ou la conversion) de véhicules pouvant utiliser du gaz compressé comme carburant (peu répandu en Amérique du Nord)

Annexe E

Programmes de financement disponibles

Programmes de financement disponibles

Nom du programme	Fonds municipal vert (FMV)
Organisme	Fédération canadienne des municipalités Note : la capitalisation du fonds provient du Gouvernement du Canada
Description sommaire	L'objectif du FMV est de stimuler les investissements dans les projets municipaux novateurs axés sur l'environnement et qui permettent aux collectivités canadiennes de progresser dans la voie du développement durable. Les thèmes d'intérêt du FMV sont l'énergie, les déchets, l'eau, les transports durables, la planification des collectivités viables, et le réaménagement des terrains contaminés. Le FMV comporte trois volets de financement : 1 - Plans de développement durable des collectivités 2 - Études de faisabilité et essais sur le terrain 3 - Mise en œuvre de projets d'immobilisation
Financement disponible	Le FMV accorde un prêt à faible taux d'intérêt ou un prêt à faible taux d'intérêt accompagné d'une subvention pouvant atteindre 80 % des coûts des projets d'immobilisation (volet 3). Le taux d'intérêt du FMV est égal au taux d'obligation du gouvernement du Canada pour une durée équivalente, moins 1,5 %. En 2008 les demandeurs admissibles pouvaient demander un prêt d'au maximum 3 millions de dollars et jusqu'à 300 000 dollars sous forme de subventions. **Note** : En octobre 2008, le taux d'obligation du Gouvernement du Canada pour 10 ans était de 3,7 %. Le taux d'emprunt utilisé par la Ville de Montréal pour ses projections de financement des emprunts à réaliser en dépenses d'immobilisations est de 5,5 % (Ville de Montréal, Budget 2008, p.28). Le FMV permet donc une économie de taux d'intérêt approximative de 3,3 %.
Critères d'admissibilité	**Bénéficiaires admissibles :** Toutes administrations municipales ou partenaires municipaux ont accès à ce programme. **Projets admissibles :** **-** Les projets qui valorisent les matières résiduelles (MR) municipales par la réutilisation, le recyclage, le traitement thermique ou au moyen de procédés biologiques. - En 2008, tous les projets admissibles devaient donner lieu à un taux de valorisation total (TVT) d'au moins 50 % après la mise en œuvre du projet. En 2009, ce critère sera révisé. - La demande doit être accompagnée d'une des composantes suivantes : - bilan des matières résiduelles daté de cinq ans ou moins - plan de gestion des MR ou plan de valorisation des MR daté de 7 ans ou moins Pour le Québec, seul un plan de gestion des matières résiduelles est requis.
Modalités	Les demandes de subventions et de prêts du FMV pour des projets d'immobilisations sont assujetties à un processus sélectif par voie concurrentielle. En 2008, les projets devaient être soumis entre le 13 février et le 27 mars, et les décisions étaient annoncées au mois d'octobre. En 2009, les règles seront sujettes à changement. Les fonds seront distribués sur la base du premier arrivé, premier servi. En 2008, les projets devaient donner lieu à un taux de valorisation total (TVT) d'au moins 50% afin d'être admissibles. En 2009, ce critère a été assoupli : les études de faisabilité et les projets d'immobilisation financés par le FMV doivent simplement viser ou contribuer à l'atteinte du seuil de 50% de valorisation.
Autres mesures de l'organisme	Le deuxième volet du FMV accorde des subventions pour la réalisation d'études de faisabilité et d'essais sur le terrain.
Contact	Site internet : http://www.collectivitesviables.fcm.ca Jacques Hébert, responsable du Québec Téléphone : 613-907-6365 Courriel : jhebert@fcm.ca
Applicabilité	Les deuxième et troisième volets du FMV sont compatibles avec les attentes du volet infrastructures du PDGMR.

Nom du programme	Fonds de développement de la métropole (FDM)
Organisme	Ministère des Affaires municipales et Régions, Gouvernement du Québec
Description sommaire	Outil d'aide financière qui vise à susciter et à soutenir l'essor économique, culturel et social de la région métropolitaine de Montréal. Le Fonds met l'accent sur des projets structurants qui dynamisent le développement et qui contribuent au rayonnement national et international de la métropole. Le fonds finance des études et des projets se rapportant à la mise au point de projets de développement. Le FDM comporte deux volets : - études de mise au point des projets - projets ayant un impact sur le développement de la métropole
Financement disponible	Le FDM offre une aide financière ponctuelle, de l'ordre de 20 % du montage financier d'un projet admissible, pour un maximum d'environ 1 million de dollars. L'aide accordée aux organismes à but non lucratif ainsi qu'aux municipalités peut dépasser 20 % du montage financier.
Critères d'admissibilité	Bénéficiaires admissibles : Toutes municipalités ainsi que la Communauté métropolitaine de Montréal ont accès à ce programme Projets admissibles : Les projets doivent posséder une ou plusieurs caractéristiques suivantes : - envergure ou caractère métropolitain; - effet levier ou moteur en matière de développement économique, social ou culturel; - contribution à la consolidation de la réalité territoriale métropolitaine - simplification des structures politiques et administratives, coordination et cohérence des actions; - rayonnement de la métropole au plan national et international; - économies de fonctionnement générées et utilisation plus efficace et plus efficiente des ressources disponibles; - création d'emplois.
Modalités	Le FDM peut recevoir en tout temps des soumissions de projet. Ces soumissions doivent inclure : - le titre du projet, le nom et l'adresse de l'organisme demandeur ainsi que le nom, l'adresse et la fonction du responsable du projet au sein de l'organisme; - une description complète du projet et les impacts anticipés pour la métropole; - les motifs expliquant et justifiant les besoins et la pertinence d'un recours au Fonds; - le lieu de la réalisation du projet; - la clientèle et les territoires visés associés au projet; - une ventilation des coûts et du financement du projet, incluant le détail des autres sources de financement prévues; - les effets et les bénéfices associés au projet en fonction du développement de la région métropolitaine de Montréal; - les demandes effectuées pour soutenir le projet; - les autres documents jugés pertinents.

Nom du programme	Fonds de développement de la métropole (FDM)
Critères de sélection	Les projets sélectionnés doivent avoir un impact significatif sur la métropole, en remplissant une ou plusieurs des caractéristiques suivantes : - envergure ou caractère métropolitain; - effet levier ou moteur en matière de développement économique, social ou culturel; - contribution à la consolidation de la réalité territoriale métropolitaine − simplification des structures politiques et administratives, coordination et cohérence des actions; - rayonnement de la métropole au plan national et international; - économies de fonctionnement générées et utilisation plus efficace et plus efficiente des ressources disponibles; - création d'emplois.
Contact	Sylvie Laniel Fonds de développement de la métropole 800, rue du Square-Victoria, Bureau 2.17 C. P. 83, succ. Tour de la Bourse Montréal (Québec) H4Z 1B7 Téléphone : 514 873-6992 ou 514-864-6355 Télécopieur : 514 864-7082 Site internet : http://www.mamr.gouv.qc.ca/metropole/metr_deve_fonm.asp
Applicabilité	Limitée. Les aspects « contribution à la consolidation de la réalité territoriale métropolitaine simplification des structures politiques et administratives, coordination et cohérence des actions » ainsi que « économies de fonctionnement générées et utilisation plus efficace et plus efficiente des ressources disponibles » peuvent servir d'angle d'attaque pour justifier le projet, mais dans son ensemble le projet semble peu correspondre aux attentes du programme.

Nom du programme	Programme Biogaz
Organisme	Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Gouvernement du Québec
Description sommaire	Le programme vise à acheter les réductions des émissions de GES provenant du captage et de l'élimination ou de la valorisation des biogaz générés par les lieux d'enfouissement non visés par les obligations de captage et d'élimination prévues au Règlement sur l'enfouissement et l'incinération de matières résiduelles (REIMR). Le programme vise également à encourager l'émergence et la pénétration de nouvelles technologies de captage, d'élimination et de valorisation des biogaz.
Financement disponible	L'enveloppe budgétaire globale de 38 millions de dollars pour sa mise en œuvre (2007-2012), avec pour objectif d'acheter pour 3,7 millions de tonne d'équivalent CO2. En novembre 2007 le programme publiait le résultat de son appel d'offre 0725, qui a résulté en l'achat de 26,3 millions de tonnes d'équivalentC02 à un prix variant de 14,43 à 25,50 $/tonne.
Critères d'admissibilité	**Bénéficiaires admissibles** : tout fournisseur qui est le propriétaire d'un lieu d'enfouissement ainsi que tout promoteur lié par une entente de partenariat relative au lieu d'enfouissement avec ce propriétaire. **Projets admissibles** : - Projet de captage et d'élimination ou de valorisation des biogaz générés par un lieu d'enfouissement en opération ou fermé et qui n'est pas assujetti au REIMR, ou par un lieu d'enfouissement qui y est assujetti mais qui, selon ce règlement, ne fait pas l'objet d'une obligation de capter et d'éliminer ses biogaz. - Projet de valorisation de biogaz générés par un lieu d'enfouissement en opération ou fermé visant à remplacer ou à éviter l'utilisation d'une source d'énergie émettrice de GES. **Autres critères** : - Le projet doit permettre une réduction des émissions de GES qui soit réelle, mesurable et vérifiable/vérifiée (norme ISO 14064); - Être réalisé au moyen d'équipements de combustion contrôlée, c'est-à-dire qui permettent la mesure réelle de l'efficacité de la combustion ou de la valorisation.
Modalités	La sélection des fournisseurs se fait par appels de soumissions. La soumission doit comprendre les caractéristiques suivantes : - Une soumission de vente de réductions des émissions de GES distincte par projet; - Les réductions des émissions de GES doivent être réputées vérifiables au moment du dépôt de la soumission de vente. La date limite pour un appel de soumission en 2009 et pour les années subséquentes n'est pas encore connue.
Personne-contact	Jean-Pierre Roy Direction des politiques de l'air Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs Édifice Marie-Guyart, 6e étage 675, boul. René-Lévesque Est, boîte 30 Québec (Québec) G1R 5V7 Téléphone : 418 521-3813 Site internet : http://www.mddep.gouv.qc.ca/programmes/biogaz/index.htm
Applicabilité	Nulle. Le thème du programme est lié à celui du projet, mais il s'applique seulement aux sites d'enfouissement, et non aux usines de traitement des matières organiques.

Nom du programme	Programme écoÉNERGIE pour l'électricité renouvelable
Organisme	Ressources Naturelles Canada
Description sommaire	Ce programme vise à encourager la production de 14,3 térawatts-heures (TWh) d'électricité à partir de sources d'énergie renouvelables à faible impact environnemental, notamment le vent, l'hydroélectricité, la biomasse, le photovoltaïque solaire et l'énergie marine (énergies marémotrice et houlomotrice).
Financement disponible	La contribution maximale par bénéficiaire admissible est de 256 millions de dollars pendant la durée de vie du programme. La contribution maximale par projet admissible est de 80 millions de dollars, payable sur dix ans. Le financement est sous forme d'incitatif, à hauteur de un cent (0,01 $) le kilowattheure obtenu dans le cadre d'un projet admissible réalisé entre le 1er avril 2007 et le 31 mars 2011. Le financement sera versé pour une période maximale de 10 ans.
Critères d'admissibilité	Bénéficiaires admissibles : Toute entreprise, institution ou organisation qui est propriétaire d'un projet admissible de production d'électricité destinée à la vente au Canada Projets admissibles : Une installation neuve ou remise à neuf de production à faible impact d'énergie renouvelable, ou l'agrandissement clairement délimité d'une installation existante. Ces installations doivent produire de l'électricité de la manière décrite dans le Document sur les critères de certification DCC-003 du Programme Choix environnemental d'Environnement Canada. - Tous les projets d'énergie de la biomasse doivent être certifiés comme projets Ecologo (http://www.ecologo.org). Les coûts de certifications sont supportés par le promoteur du projet. - Le projet doit être mis en service entre le 1er avril 2007 et le 31 mars 2011. - Le projet doit avoir une capacité nominale totale (somme de la puissance installée de tous les générateurs électriques) de 1 mégawatt (MW) ou plus. - L'aide totale de toutes les sources gouvernementales ne doit pas dépasser 75% du coût d'investissement du projet. Le détail du calcul de la contribution maximale autorisée est disponible sur le site web du programme.
Modalités	Les projets sont approuvés sur la base du « premier à construire, premier servi ». Le processus comporte cinq étapes : 1. Avis de demande de projet. 2. Information technique sur le projet; à cette étape le projet doit obtenir la certification du Programme Choix environnemental. 3. Processus d'évaluation environnementale. 4. Avis du début de la construction. 5. Mise en service du projet : avant le 31 mars 2011.
Personne-contact	Courriel : ecoenergieer@rncan.gc.ca Site web : http://www.ecoaction.gc.ca/
Applicabilité	Conditionnelle au type de valorisation du biogaz choisi.

Nom du programme	Fonds Technologies du DD
Organisme	Technologies du Développement Durable Canada (TDDC)
Description sommaire	TDDC est une Fondation sans but lucratif créée par le gouvernement canadien en 2001 et qui soutient la dernière phase de développement et de démonstration précommerciale de solutions de technologies propres : produits et procédés qui contribuent à la pureté de l'air, à la propreté de l'eau et à la salubrité des sols, qui freinent les changements climatiques, et qui améliorent la productivité, la rentabilité et la compétitivité globale de l'industrie canadienne.
Financement disponible	TDDC contribue à la hauteur de 33 % ou moins des coûts de projets admissibles totaux, et jamais plus de 50 % des coûts admissibles pour un projet donné. TDDC finance les coûts d'immobilisation et de mise-en-œuvre du projet, incluant les études de faisabilité, mais pas les frais généraux, ni les coûts administratifs du destinataire. **Note** : TDDC finance des projets à l'étape de développement et de démonstration, et ces projets ne devraient normalement pas générer de revenus. Tout récipiendaire générant des revenus paiera à TDDC le montant du produit proportionnellement au financement reçu par TDDC pour le projet admissible.
Critères d'admissibilité	Bénéficiaires admissibles : Une corporation à but lucratif, une société en nom collectif, une société en commandite ou une fiducie commerciale qui a conclu un contrat concernant l'exécution du projet du candidat avec une ou plusieurs des personnes morales suivantes : - une autre personne morale; - une société en nom collectif, une société en commandite ou une fiducie commerciale qui possède des compétences en développement durable; - une université, un collège ou une autre institution d'enseignement postsecondaire agréée; - un institut de recherche; - un individu qui possède des compétences en technologie du développement durable; - une société sans but lucratif dont l'un des objectifs consiste à entreprendre, financer ou soutenir par d'autres moyens la mise au point ou la démonstration de technologies de développement durable;. ***OU*** comme ci-dessus, sauf une corporation à but lucratif, une société en nom collectif, une société en commandite ou une fiducie commerciale qui a conclu plutôt un accord de collaboration avec une ou plusieurs des personnes morales énumérées plus haut pour faire une demande conjointe de financement auprès de TDDC afin d'aller de l'avant avec le projet proposé du candidat. **OU** une société sans but lucratif dont l'un des objectifs consiste à entreprendre ou à financer la mise au point ou la démonstration de technologies de développement durable. **Projets admissibles** : - le projet proposé est techniquement solvable et est entrepris par un candidat qui possède les capacités techniques, financières et de gestion nécessaires; - le projet proposé sera entrepris en collaboration et de façon novatrice; - la nouvelle technologie et la propriété intellectuelle connexe seront diffusées en temps opportun dans les secteurs pertinents du marché; - le financement est nécessaire pour s'assurer que le projet évolue de manière que les Canadiens en bénéficient largement à l'échelle nationale et régionale

Nom du programme	Fonds Technologies du DD
Modalités	Le processus de demande de financement à TDDC comporte deux phases principales : 1. Demande des Déclarations d'Intérêt (DI) 2. Soumission des propositions. Les projets admissibles passent à la deuxième phase sur invitation seulement, après s'être qualifiés à la phase de Déclaration d'Intérêt. TDDC offre plusieurs cycles de demande de financement qui s'échelonnent chacun sur une période de dix mois. Les échéanciers propres à chaque cycle de financement sont disponibles sur le site web.
Personne-contact	Sébastien Prince-Richard, Gestionnaire des demandes Téléphone : 613-234-6313, poste 232 s.prince-richardl@sdtc.ca
Applicabilité	Limitée. Ce fonds convient aux projets en phase de développement, et non aux activités commerciales ou au simple financement de projets dont la technologie est déjà établie.

Nom du programme	Plan Chantiers Canada
Organisme	Infrastructure Canada; Ministère des Affaires municipales et des Régions (gouvernement du Québec).
Description sommaire	L'entente Canada-Québec sur l'infrastructure a été signée entre les gouvernements du Canada et du Québec le 3 septembre 2008. L'entente, d'une valeur de 4,897 milliards de dollar, comporte quatre programmes de financement : - Fonds Chantiers Canada : 1,95 milliard - Financement de base provincial-territorial : 175 millions - Fonds de la taxe sur l'essence : 2,78 milliards - Fonds sur l'infrastructure municipale rurale : 39 millions Le Fonds Chantiers Canada est constitué de trois volets : - Volet collectivités (municipalités de moins de 100 000 habitants) : enveloppe de 210 millions $; - Volet grandes villes (municipalités de plus de 100 000 habitants) : enveloppe de 200 millions $; - volets grands projets : enveloppe de 1,5 milliard $. Le volet grandes villes comportent plusieurs catégories de priorités locales ou communautaires, dont **l'infrastructure de gestion des déchets solides**. Dans cette catégorie Chantiers Canada indique que les critères de financement laisseront une grande place au réacheminement des déchets solides hors du flux de déchets ainsi qu'à des mesures d'encouragement à la réduction et à la gestion des déchets solides. Chaque volet du Fonds Chantier Canada doit faire l'objet d'une entente spécifique. Ces ententes devraient normalement être signées au début de l'année 2009, et contiendront les détails concernant le financement disponible par projet, de même que les critères d'admissibilité et les modalités.
Contact	Infrastructure Canada : http://www.infc.gc.ca/
Applicabilité	Le Fonds Chantier Canada sera potentiellement pertinent au projet de digesteur anaérobie, mais l'information disponible à ce jour ne permet pas de déterminer avec précision son applicabilité.

Plan d'action sur les changements climatiques et le projet de digesteur anaérobie

Le gouvernement québécois a adopté en 2006 un Plan d'action sur les changements climatiques pour la période 2006 - 2012, qui vise deux grands objectifs :

1. La réduction ou l'évitement des émissions de gaz à effets de serre (GES), de l'ordre de 14,6 Mt CO2 ÉQ. d'ici 2012, soit 6 % sous le niveau de 1990.

2. L'adaptation aux changements climatiques.

Le premier objectif touche les secteurs suivants :

- Énergie;
- Transports;
- Monde municipal;
- Industrie québécoise;
- Matières résiduelles;
- Agriculture;
- Activités gouvernementales.

Le plan comporte 26 mesures visant à remplir les deux objectifs du plan, ces mesures touchant les sept secteurs énumérés précédemment. Malheureusement, aucune de ces mesures ne vise spécifiquement la valorisation énergétique de la biomasse alimentaire, comme le ferait le projet de digesteur anaérobie.

Les deux mesures touchant les matières résiduelles, les **Mesures 13 et 14**, touchent respectivement la mise en œuvre du règlement sur l'enfouissement et l'incinération des matières résiduelles (REIMR), qui ne comprend aucun investissement public, et un soutien financier pour les petits lieux d'enfouissement non sujets au REIMR, ce qui exclut donc le projet de digesteur anaérobie.

D'autre part, la **Mesure 15**, intitulée « Mettre en place des programmes d'aide pour le traitement du fumier ainsi que pour la valorisation énergétique des biomasses agricole, forestière et municipale », dans laquelle le gouvernement veut investir 124 M $, mentionne spécifiquement qu'« aucun projet de valorisation énergétique de la biomasse alimentaire ne sera admis dans le cadre de cette mesure. »[1]. La Mesure 15 signifie donc que le projet de digesteur anaérobie ne serait pas admissible.

[1] Pour plus d'information sur le Plan d'action sur les changements climatiques, voir le site internet du Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, http://www.mddep.gouv.qc.ca/.

Annexe F

Crédits pour réduction des émissions de gaz à effet de serre : une source potentielle de revenus

Crédits pour réduction des émissions de gaz à effets de serre : une source potentielle de revenus

L'utilisation de la digestion anaérobie pour convertir les matières organiques en biogaz et en compost peut générer des crédits d'émissions de gaz à effet de serre (GES), car elle réduit les émissions reliées à l'extraction du gaz naturel, auquel le biogaz se substitue (Source : CIRAIG, 2007). La vente de crédits d'émissions est une source potentielle de revenus non négligeable pour le projet de digesteur anaérobie.

Le texte qui suit présente une brève introduction au marché du carbone en Amérique du Nord, ainsi qu'un aperçu des étapes à suivre pour vendre des crédits d'émissions sur ces marchés.

Le crédit de carbone

Un marché du carbone réunit des vendeurs et des acheteurs de crédits d'émissions de GES, aussi appelés crédits de carbone. Un crédit de carbone équivaut au droit d'émission d'une tonne métrique d'équivalent en dioxyde de carbone (CO_2eq). L'équivalent en dioxyde de carbone s'applique aux six principaux gaz à effet de serre (le dioxyde de carbone, le méthane, l'oxyde nitreux, l'hydrofluorocarbure, l'hexafluorure de soufre et les hydrocarbures perfluorés), dont les émissions sont calculées en fonction de la quantité équivalente de CO_2 nécessaire pour produire un effet de réchauffement climatique semblable.

La demande : les marchés réglementaires et volontaires

Deux types de marchés génèrent une demande pour les crédits de carbone : les marchés réglementés et les marchés volontaires.

Comme son nom l'indique, un marché réglementé est issu d'une règlementation gouvernementale, qui fixe un plafond d'émission de GES par secteur industriel. En fonction de ces plafonds, certaines entreprises font face à des surplus d'émissions qu'elles doivent compenser, alors que d'autres se situent déjà en-deçà du plafond. Les cadres réglementaires proposent plusieurs mécanismes de conformité, parmi lesquels on retrouve :

- Réductions au sein de l'entreprise : l'entreprise peut améliorer ses processus afin de réduire ses émissions de GES;
- Échange de droits d'émissions entre les entreprises : les quotas d'émissions peuvent être vendus ou achetés par les entreprises réglementées. Les entreprises émettant en-deçà du plafond peuvent vendre leur quota excédentaire aux entreprises devant compenser leur surplus d'émission;
- Achats de crédits compensatoires : une entreprise peut acheter des crédits de carbone sur le marché. Ces crédits de carbone proviennent de projets de réduction d'émissions par des acteurs non-réglementés.

En Amérique du Nord, les marchés réglementaires sont en cours de formation. En Alberta, un marché du carbone provincial est en place depuis le 1er juillet 2007, mais les crédits compensatoires ne peuvent être obtenus que pour des projets réalisés dans la province. Les provinces et les États américains mettent présentement en place plusieurs initiatives, dont :

- Regional Greenhouse Gas Initiative (RGGI) : réuni dix États du nord-est américain. La réglementation vise le secteur de l'énergie;
- Western Climate Initiative (WCI) : réuni sept États américains et quatre provinces canadiennes, dont le Québec depuis avril 2008. L'initiative vise des réductions globales d'émissions chez les membres;
- MidWestern Greenhouse Gas Accord : réuni neuf États américains du Midwest et une province canadienne (Manitoba).

Le gouvernement canadien a également dévoilé en avril 2007 son Cadre réglementaire sur les émissions industrielles de gaz à effet de serre, auquel les entreprises ciblées devront se conformer à partir de 2010. L'objectif global du gouvernement est de réduire d'ici 2020 les émissions de GES de 20 % par rapport au niveau de 2006.

L'implantation de réglementation sur les émissions de GES en Amérique du Nord au cours des prochaines années devrait mener à une explosion de la demande pour les crédits compensatoires, qui représentent souvent le moyen le plus économique pour les entreprises d'atteindre leurs cibles d'émissions.

Le marché volontaire suit le même principe que le marché réglementé. Les entreprises, organisations ou individus peuvent acheter des crédits d'émission en fonction de cibles volontaires de réduction d'émission, qui sont fixées par exemple, en fonction d'une politique de responsabilité environnementale.

Le *Chicago Climate Exchange* (CCX) est le principal système volontaire de réduction et d'échange de crédits d'émission de GES en Amérique du Nord. En 2007, 80 entreprises ont transigé sur le CCX environ 26 millions de tonnes de CO_2eq, à un prix variant de 1 $ à 5 $ par tonne. Le prix est bas, car il s'agit d'un marché volontaire, et donc la demande de crédits est faible et la confiance en ce marché est encore limitée.

L'offre : les systèmes de crédits compensatoires

Dans un marché réglementé ou volontaire, la demande de crédits d'émissions est satisfaite par un système de crédit compensatoire. Ces systèmes sont chargés d'émettre des crédits pour des projets menant à une réduction des émissions de GES. Ces projets doivent respecter plusieurs normes, de façon à assurer l'intégrité du marché et la confiance des investisseurs :

- Les réductions de GES doivent être volontaires, c'est-à-dire que les projets ne doivent pas être issus de cibles d'émissions à respecter;
- Les réductions de GES doivent dépasser « le cours normal des affaires »;
- Les réductions de GES doivent être mesurables, vérifiables et permanentes, par un tiers indépendant.

Vente de crédits sur le marché : étapes à suivre

La vente de crédits de carbone ne peut avoir lieu avant la mise en œuvre du projet de réduction d'émissions. Une fois le projet mis en œuvre, les réductions d'émissions doivent être vérifiées et surveillées par un tiers indépendant. Une fois le projet validé, le contrat d'achat des crédits de carbone doit être négocié, et un registre dans lequel seront déposés les crédits doit être identifié. Le Registre des GES ÉcoProjets^{MD} est un exemple d'un tel registre.

Entre le moment où le projet est enregistré et celui où la transaction a lieu, le projet doit se soumettre à une ronde de surveillance et de certification des réductions. La surveillance doit être effectuée par un tiers indépendant. La certification doit se faire selon un standard choisi. Le *Gold Standard* est un exemple de certification.

Estimation des crédits de carbone associés au projet

Dans le cadre du projet d'implantation d'un centre de digestion anaérobie, il est possible de générer des crédits de carbone. Pour estimer la quantité de crédits (ou tonnes de CO_2eq.), on doit comparer les émissions des GES par rapport à la situation actuelle qui représente le scénario de référence. Dans le cas de la gestion des matières organiques, le scénario de référence est l'enfouissement. Les émissions de GES associées à l'enfouissement de résidus alimentaires dans un site où il y captage et combustion du biogaz sont estimés à 0,23 tonne CO_2éq. par tonne de matières[11]. Ce taux d'émissions prend en compte les émissions de méthane, l'effet de puits de carbone dans le site d'enfouissement. On considère qu'une portion du carbone contenu dans les matières organiques n'est pas dégradée et demeure emmagasinée dans les sites d'enfouissement.

Pour établir les crédits disponibles, on doit tenir compte des émissions associées au projet d'implantation du centre de digestion anaérobie. Les émissions de GES de ce scénario sont essentiellement les émissions liées au transport des matières. Ces émissions sont estimées à 0,02 tonne CO_2éq. par tonne de matières[12]. Les crédits de carbone potentiels associés à la valorisation du biogaz varient selon l'option retenue.

Le tableau suivant donne un bilan des crédits carbone potentiels associés au projet (pour le traitement de 40 000 tonnes de résidus alimentaires par an).

[11] ICF Consulting, *Analyse des effets des activités de gestion des matières résiduelles sur les émissions de gaz à effet de serre,* 2005

[12] ICF Consulting, *Analyse des effets des activités de gestion des matières résiduelles sur les émissions de gaz à effet de serre,* 2005. **Ce taux ne tient pas compte de l'effet de puits de carbone associé à l'utilisation du compost généré par la digestion anaérobie.**

Tableau F-1 Bilan des crédits carbone potentiels associés à la digestion anaérobie et à l'utilisation du biogaz produit

	Tonnes équivalentes CO_2 par an			
OPTIONS	**Enfouissement (scénario de référence)**	**Digestion anaérobie**	**Valorisation du biogaz**	**BILAN**
Production électricité (Gazmont)	9 200	(800)	71 (1)	8 471
Utilisation à la Station d'épuration des eaux	9 200	(800)	5 517 (2)	13 917
Injection en réseau	9 200	(800)	4 900 (2)	13 300
Utilisation comme carburant dans véhicules lourds	9 200	(800)	7 944 (3)	16 344

(1) Basé sur l'intensité des émissions de GES pour la production d'électricité au Québec, 9,1 g CO_2éq. /kWh, Facteur de 2005, Environnement Canada, Inventaire national, Annexe 9, Tableau A9-6.

(2) Évaluation des émissions de GES évités basée sur le volume de gaz naturel remplacé par le biogaz.

(3) Estimation basée sur le volume de carburant diesel remplacé. Facteurs d'émissions pour Véhicules diesel lourds - Dispositif antipollution efficacité modérée.