

## **ANNEXE C**

---

Étude sommaire des technologies de gestion  
des matières résiduelles

## TABLE DES MATIÈRES

	page
C-1	INTRODUCTION..... 1-1
C-2	TECHNOLOGIES DE COMPOSTAGE..... 2-1
C-2.1	Compostage aérobic en andains ou piles statiques ..... 2-2
C-2.2	Compostage aérobic avec aération forcée ..... 2-3
C-2.3	Compostage aérobic en système fermé ..... 2-4
C-2.4	Compostage anaérobic en système fermé ..... 2-5
C-3	TECHNOLOGIES DE MISE EN VALEUR DES MATÉRIEAUX SECS ..... 3-1
C-3.1	Tri et mise en valeur des résidus de construction et de démolition (C&D) mélangés.. 3-2
C-3.2	Technologies de mise en valeur des panneaux de gypse ..... 3-3
C-3.3	Technologies de mise en valeur des agrégats (Béton et asphalte) ..... 3-4
	C-3.3.1 Technologies de mise en valeur des résidus de béton bitumineux ..... 3-4
	C-3.3.2 Technologies de mise en valeur du béton de ciment ..... 3-5
C-4	TECHNOLOGIES DE TRAITEMENT THERMIQUE ..... 4-1
C-4.1	Technologies de gazéification..... 4-2
C-4.2	Technologies de pyrolyse ..... 4-5
C-4.3	Vitrification des résidus d'incinération à l'aide de torches au plasma ..... 4-6
C-5	ANALYSE DE L'OPPORTUNITÉ D'APPLICATION DANS LA CMQ RIVE-NORD..... 5-1
C-5.1	Applicabilité des technologies de compostage à la CMQ Rive-Nord ..... 5-1
C-5.2	Applicabilité des technologies de traitement des matières de CRD à la CMQ Rive-Nord ..... 5-2
C-5.3	Applicabilité des procédés thermiques à la CMQ Rive-Nord ..... 5-3
C-6	BIBLIOGRAPHIE ..... 6-1

## C-1 INTRODUCTION

Suite à la demande de la Communauté métropolitaine de Québec (CMQ) du 3 juillet 2003, un rapport complémentaire sur les technologies de gestion des matières résiduelles susceptibles d'être utilisées dans les scénarios de gestion du PGMR de la CMQ Rive-Nord a été proposé par le Groupement Tecsum – *Transfert Environnement*.

La présente étude porte sur une revue des technologies susceptibles d'être utilisées sur le territoire de la CMQ dans les domaines suivants :

1. le compostage de la matière putrescible;
2. les filières de traitement des matières issues du secteur CRD ou reçues dans les déchetterie et les DMS et plus particulièrement celles permettant le réemploi;
3. les procédés thermiques comportant une valorisation énergétique.

Pour les deux premiers points, l'inventaire et l'analyse ont été essentiellement basés sur le bilan des technologies disponibles pour la mise en valeur des matières résiduelles publié en 2000 par Recyc-Québec, complété par une brève revue de la littérature récente publiée dans les principales revues spécialisées dans le domaine (p.ex. Biocycle, Solid Waste & Recycling, Warmer Bulletin, MSW Management).

Dans le cas des procédés thermiques, l'inventaire et l'analyse s'appuient sur une revue de l'information disponible sur Internet, ainsi que la littérature récente publiée dans les principales revues spécialisées.

Tel que requis, l'étude permet l'identification des technologies éprouvées et disponibles dans un échéancier compatible à celui de la mise en œuvre du PGMR. Les résultats de la revue de technologies sont présentés sous forme de tableaux sommaires, qui résument les informations recueillies sur les éléments suivants :

- une description sommaire du procédé, avec référence à des installations opérationnelles;
- les coûts typiques d'immobilisation et d'opération, lorsque disponible dans la littérature;
- une analyse des contraintes (désavantages) et des avantages liés à la technologie.

En conclusion, une analyse de l'opportunité d'intégrer la technologie dans l'un ou l'autre des scénarios du PGMR est présentée.

## **C-2 TECHNOLOGIES DE COMPOSTAGE**

Le compostage est un procédé de transformation biologique des résidus organiques dont le produit final est le compost, sorte d'humus qui améliore les caractéristiques du sol. Le compost est en demande croissante au Québec et au Canada depuis plusieurs années, et la production ne cesse de s'améliorer en quantité et en qualité.

La matière putrescible à gérer dans le cadre du PGMR comprend les résidus verts, les résidus de table et les boues municipales.

Les résidus verts proviennent de l'entretien et de l'aménagement des espaces verts et de jardins. Ils se composent de rognures de gazon, d'herbes de toutes sortes, de feuilles mortes, de branches d'arbres, de retailles d'arbres et d'arbustes, d'arbres de Noël et des résidus agricoles ou horticoles divers.

Les résidus de table eux, proviennent de la préparation et de la consommation des aliments dans les cuisines domestiques et/ou commerciales. Ils sont constitués de résidus alimentaires divers comme par exemple, les pelures de toutes sortes, les restes de table, marc de café, sachets de thé, noyaux de fruits et légumes, et autres résidus alimentaires.

Les boues municipales sont générées par les stations d'épuration des eaux usées et les usines de filtration, ainsi que par le traitement des boues de fosses septiques.

Quatre technologies de compostage ont été relevées soient :

- le compostage aérobic en piles statiques ou en andains;
- le compostage aérobic en piles à aération forcée;
- le compostage aérobic en système fermé;
- le compostage anaérobic en système fermé.

Le compostage en andains possède plusieurs variantes techniques mais peu de technologies commerciales. Par contre, les systèmes de compostage en bâtiment fermé comptent plusieurs applications commerciales.

Les tableaux qui suivent décrivent les différentes technologies utilisées pour le compostage de la matière putrescible.

**C-2.1 COMPOSTAGE AÉROBIE EN ANDAINS OU PILES STATIQUES**

Technologie	Description sommaire	Exemples d'installations opérationnelles	Coûts typiques	Contraintes et potentiels
<p><b>Compostage en pile statique ou en andains</b></p>	<p>Procédé à l'air libre qui transforme les résidus organiques en compost. Il comprend les étapes suivantes :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1- Les résidus organiques sont inspectés et grossièrement triés afin de séparer le contenu organique de ses impuretés (métaux, plastique, granulats, etc.). Peut être répété à la fin du procédé.</li> <li>2- Des agents structurants (copeaux de bois, etc.) sont introduits afin de maintenir un bon ratio C/N et d'aérer la masse de matière organique, puis le tout est déposé sous forme d'andains ou de pile</li> <li>3- Dans le cas du compostage en pile, la pile est retournée régulièrement à l'aide de machinerie standard (tracteur). Dans le cas du compostage en andains, les andains sont retournés à chaque 3 jours environ, à l'aide d'un système de retournement fixé à de la machinerie agricole standard, et ce, sur une période d'environ 15-21 jours</li> <li>4- Le compost est ensuite mis de côté pour sa dernière étape de mûrissement sans retournement.</li> <li>5- Un tamisage final peut être effectué pour enlever des contaminants résiduels.</li> </ol>	<p>Composts du Québec, St-Henri de Lévis                      Traite 180 000 t/an de résidus, dont environ 17 000 t/an de résidus verts de la Ville de Québec</p> <p>Ville de Laval, Dépôt de neiges usées du quartier Fabreville, Laval                      2 500 m<sup>2</sup>                      1 155 tonnes traitées en 1997 et 1 081 tonnes en 1998</p> <p>Biomax, CUQ, Québec                      Plate-forme de 2,5 ha opérée de 1989 à 1998 pour le compostage des résidus verts</p> <p>Fertival, Bromptonville                      Compostage en andains de 12 000 t/an de boues d'épuration.</p>	<p>Coût d'immobilisation : non disponible</p> <p>Coût d'opération : 50 \$/t pour le compostage en andains des résidus verts chez Composts du Québec</p> <p>Env. 40 \$/t Laval</p>	<p><b>Forces :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Méthode simple qui ne nécessite aucune machinerie sophistiquée</li> <li>- Rapport qualité/prix du compost est excellent, dans la mesure où la matière n'est pas contaminée au départ</li> <li>- Coût généralement plus faible que les autres méthodes de compostage (de 20 à 60 \$ /tonne selon les quantités et le type de matière à composter)</li> </ul> <p><b>Inconvénients :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- L'exposition des matières aux intempéries rend difficile le contrôle de l'humidité du compost et par conséquent, le contrôle des odeurs et le traitement des eaux de ruissellement</li> <li>- Durée de compostage longue de 6 à 12 mois, donc nécessite une grande superficie</li> <li>- Nécessite l'ajout d'une importante quantité de matériaux structurants</li> <li>- Coûts de transport plus élevés, si le site doit être localisé en zone rurale</li> </ul>

**C-2.2 COMPOSTAGE AÉROBIE AVEC AÉRATION FORCÉE**

Technologie	Description sommaire	Exemples d'installations opérationnelles	Coûts typiques	Contraintes et potentiels
Ex. Compostair (Biomax)	<p>Procédé à l'air libre qui transforme les résidus organiques en compost tout en injectant de l'air dans la pile de compost. Il comprend les étapes suivantes :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1- Les résidus organiques sont inspectés et grossièrement triés afin de séparer le contenu organique de ses impuretés (métaux, plastique, granulats, etc.). Peut être répété à la fin du procédé</li> <li>2- Des agents structurants (copeaux de bois, etc.) sont introduits afin de maintenir un bon ratio C/N et d'aérer la masse de matière organique, puis le tout est déposé sous forme d'andains ou de pile</li> <li>3- L'air pulsé est injecté à la pile via un réseau de tubulure situé au-dessous de la pile</li> <li>4- Le compost est ensuite mis de côté pour sa dernière étape de mûrissement sans retournement</li> <li>5- Un tamisage final peut être effectué pour enlever des contaminants résiduels.</li> </ol>	<p>Havre-aux-Maisons, Iles-de-la-Madeleine, Québec, Canada</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Implantée en 1993-94</li> <li>- Technologie Biomax</li> </ul> <p>GSI Environnement, Cowansville, compostage des boues de fosses septiques</p>	<p>Coût d'immobilisation : Havre-aux-Maisons, Iles-de-la-Madeleine, 1 M \$</p> <p>Coût d'opération : non disponible</p>	<p><b>Forces :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Méthode relativement simple avec un faible taux de mécanisation</li> <li>- La durée de compostage est raccourcie par rapport au compostage en pile statique ou en andains, donc nécessite une moins grande superficie que compostage en andains</li> <li>- Rapport qualité/prix du compost est excellent, dans la mesure où la matière n'est pas contaminée au départ</li> <li>- Coût généralement plus faible que les méthodes de compostage en système fermé (de 30 à 60 \$ /tonne selon les quantités et le type de matière à composter)</li> </ul> <p><b>Inconvénients :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- L'exposition des matières aux intempéries rend difficile le contrôle de l'humidité du compost et par conséquent, le contrôle des odeurs et le traitement des eaux de ruissellement</li> <li>- Durée de compostage de 4 à 8 semaines + maturation</li> <li>- Nécessite l'ajout d'une importante quantité de matériaux structurants</li> <li>- Coûts de transport plus élevés, si le site doit être localisé en zone rurale</li> </ul>

**C-2.3 COMPOSTAGE AÉROBIE EN SYSTÈME FERMÉ**

Technologie	Description sommaire	Exemples d'installations opérationnelles	Coûts typiques	Contraintes et potentiels
<p>Procédés en conteneur :                      ML, Allemagne;                      Stinnes Enerco</p> <p>Procédés en tunnel ou canaux :                      Robocompost (Biomax), Canada;                      Procédé Ebara, Japon;                      Procédé TVR, TIRU, Canada; Comporec, Tracy, Canada</p>	<p>Procédé qui transforme les résidus organiques en compost, en présence d'oxygène dans un système fermé (en bâtiment ou en conteneur). Le procédé comprend les étapes suivantes :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1- Les résidus municipaux, triés ou non, sont traités dans un centre de tri afin de séparer le contenu organique de ses impuretés (métaux, plastique, granulats, etc.)</li> <li>2- La matière organique issue de ce triage est acheminée dans une section fermée</li> <li>3- Le mélange est retourné mécaniquement et de l'air pulsé y est introduit, tout en contrôlant les odeurs et l'humidité</li> <li>4- Le compost ainsi produit est ensuite déposé à l'air libre pour sa dernière phase de maturation</li> </ol> <p>Les odeurs sont traitées par biofiltration.</p>	<p>New Era Farms, Nouvelle Écosse</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Capacité de 25 000 t/an de résidus organiques</li> <li>· Utilise la technologie Stinnes Enerco (série de conteneurs d'une capacité de 25 T reliés à un système d'aération)</li> </ul> <p>Miller Composting, Nouvelle Écosse :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Capacité de 25 000 t/an de résidus organiques</li> <li>· Utilise la technologie Ebara (lit continu de 200 pi de large x 800 pi de long x 8 pi de haut)</li> </ul> <p>Composts du Québec Outaouais, L'Ange-Gardien :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Capacité de 40 000 t/an boues de papetières</li> <li>· Utilise la technologie RobotCompost (4 silos-couloirs)</li> </ul>	<p>New Era Farms, Nouvelle-Écosse :                      Coût de construction : 8,5 millions \$                      Tarif d'accueil = 68 \$/t</p> <p>Miller Composting, Nouvelle-Écosse :                      Coût de construction : 8 millions \$;                      Coût d'opération = 40 \$/t                      Tarif d'accueil = 68 \$/t</p> <p>Composts du Québec Outaouais :                      Coût de construction = 4 millions (en 1996)                      Coût d'opération : non disponible</p>	<p><b>Forces :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- La durée de compostage est relativement courte (2 à 3 semaines + maturation) ce qui permet de minimiser l'espace requis</li> <li>- Bon contrôle des odeurs (bien que certaines installations en Nouvelle-Écosse aient eu des problèmes d'odeurs)</li> <li>- Possible d'installer en zone urbaine, ce qui permet de réduire les coûts de transport</li> <li>- Qualité du compost est excellente, dans la mesure où la matière n'est pas contaminée au départ</li> </ul> <p><b>Inconvénients :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Coût généralement plus élevé que les méthodes de compostage low-tech (60 à 80 \$/t)</li> <li>- Méthode plus complexe avec un taux de mécanisation élevé</li> <li>- Difficile d'enlever les contaminants de la matière</li> </ul>

**C-2.4 COMPOSTAGE ANAÉROBIE EN SYSTÈME FERMÉ**

Technologie	Description sommaire	Exemples d'installations opérationnelles	Coûts typiques	Contraintes et potentiels
<b>Procédé BTA</b>	<p>Procédé de dégradation biologique de la matière organique <u>en l'absence d'oxygène</u> (appelé aussi <i>digestion</i>). Ce procédé produit du biogaz (env. 60 % méthane) qui peut servir de combustible ou pour produire de l'électricité.</p> <p>Les principales étapes sont les suivantes :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1- La matière organique reçue (résidus de table) est inspectée et les gros contaminants sont enlevés.</li> <li>2- Un hydro-pulpeur (broyeur) est utilisé pour transformer la matière organique en une pâte liquide. Les contaminants lourds (métaux, verre, etc.) sont retirés par décantation, et les contaminants légers (p.ex. sacs de plastiques) sont enlevés par écumage.</li> <li>3- Une digestion anaérobie de 15 jours en 2 étapes en réservoir fermé, suivi d'une presse à vis, produit un résidu solide et du méthane. Les eaux usées produites sont en majeure partie recyclées dans le procédé; l'excédent est traité et rejeté à l'égout.</li> <li>4- La stabilisation de la fraction solide (env. 40 % de matière sèche) est complétée par un compostage aérobique de 1 à 3 semaines.</li> </ol> <p>Les odeurs sont traitées par biofiltration.</p>	<p>Halton Recycling Ltd., Newmarket, Ontario</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Capacité de 150 000 t/an</li> <li>· En opération depuis 2000</li> <li>· Potentiel de 5 MW</li> </ul> <p>Dufferin Organics Processing Facility, Toronto, Ontario</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Capacité de 25 000 t/an</li> <li>· En opération depuis 2002</li> <li>· Utilise la technologie BTA</li> </ul> <p>Note : La ville de Toronto est présentement en appel de propositions pour d'autres installations utilisant la même technologie pour traiter 260 000 /an de matières putrescibles.</p> <p>La technologie BTA est aussi utilisée dans 10 villes allemandes et 2 villes italiennes, pour une capacité totale de plus de 1 million de t/an.</p>	<p>Halton Recycling Ltd., Newmarket, Ontario : coût d'immobilisation de 26 millions\$</p> <p>Coût d'opération : non disponible</p> <p>Dufferin Organics Processing Facility, Toronto, Ontario : coût d'immobilisation de 25 millions\$</p> <p>Coût d'opération : non disponible</p>	<p><b>Potentiels :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bon contrôle des odeurs. Ce procédé se prête à l'implantation en milieu urbain, ce qui permet de réduire les coûts de transport</li> <li>- Compost de bonne qualité, lorsque appliqué aux matières putrescibles séparées à la source</li> <li>- Ce procédé maximise la production de biogaz, et donc les revenus potentiels de valorisation</li> <li>- Le procédé permet de retirer les contaminants plus facilement que le compostage aérobique, donc plus flexible</li> <li>- Possible de mettre la matière dans un sac de plastique, donc meilleure participation du citoyen (« facteur yeurk »)</li> </ul> <p><b>Contraintes :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Non applicable pour les résidus verts ligneux (comme les branches). En principe, les herbes et feuilles sont digérables, mais ne sont pas reçus à Toronto, où ils sont traités par compostage aérobique</li> <li>- Coûts d'immobilisation plus élevés que les autres procédés de compostage</li> <li>- Un compostage aérobique est requis pour compléter la dégradation de la fraction solide</li> </ul>

### **C-3 TECHNOLOGIES DE MISE EN VALEUR DES MATÉRIAUX SECS**

Les matériaux secs considérés comme valorisables et pouvant faire l'objet d'une mise en valeur sont identifiés dans la politique 1998-2008 comme étant les agrégats (incluant les résidus de béton, et les résidus de béton bitumineux), le bois, l'acier, ainsi que le papier et le carton. Bien que d'importantes quantités de matériaux secs soient présentement recyclées, ces quantités sont insuffisantes dans la région de Québec pour assurer l'atteinte des objectifs de récupération de 60 %. Il y a donc un besoin d'installations pour permettre le tri et la récupération des matériaux secs issus des activités de construction et de démolition.

Les technologies disponibles pour les applications suivantes ont été relevées :

- Tri des matériaux secs mélangés
- Gypse
- Résidus de béton bitumineux
- Résidus de béton de ciment

Les panneaux de gypse, bien que non visé par les objectifs de la politique, font l'objet de recyclage dans plusieurs régions, notamment en Colombie-Britannique où l'enfouissement du gypse est interdit. Les technologies disponibles pour recycler le gypse ont été répertoriées également.

Notons que les usages possibles pour l'acier, le bois, le papier et le carton récupérés sont bien connus et définis et n'ont pas été investigués en particulier dans cette revue de technologie.

**C-3.1 TRI ET MISE EN VALEUR DES RÉSIDUS DE CONSTRUCTION ET DE DÉMOLITION (C&D) MÉLANGÉS**

Technologie	Description sommaire	Installations opérationnelles	Coûts typiques	Contraintes et potentiels
<p><b>Triage mécanisé des matériaux de CRD mélangés</b></p>	<p>Conditionnement qui permet ensuite le recyclage des différentes catégories de C&amp;D.</p> <p>Il comprend cinq étapes :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1- Un premier tri (manuel ou mécanique) pour en retirer les contaminants ou gros objets</li> <li>2- Broyage grossier puis tri secondaire selon l'une ou l'autre des technologies suivantes :                             <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Tri manuel et magnétique via convoyeurs</li> <li>b. Tri mécanique en phase humide (flottaison) pour dissocier les composantes flottantes des autres composantes</li> <li>c. Tri mécanisé avec trommels, tamis, convoyeurs pour séparer les principales composantes, suivis d'un tri manuel sur convoyeur</li> </ol> </li> <li>3- Conditionnement des principales composantes par broyage, déchiquetage ou concassage, selon le type de C&amp;D (agrégat, bois, etc.)</li> <li>4- Transport vers un recycleur ou vers la filière appropriée. Les particules fines peuvent être utilisées comme matériel de recouvrement dans un lieu d'enfouissement.</li> </ol>	<p>Davis Street Transfer Station Material Recovery Facility (DSTS-MRF), Waste Management, San Leandro Californie                              Capacité de 350 t/jour                              Taux de récupération de 60 à 65 % avec procédé Ptarmigan combinant tri mécanisé et tri manuel (type 2c)</p> <p>Guadalupe Landfill sorting Station, Waste Management, San Jose, Californie                              Capacité de 200 T/jour                              Taux de récupération de 70 à 90 % avec procédé Bollegraaf combinant tri mécanisé et tri manuel (type 2c)</p> <p>Zanker Materials Processing Facility, San Jose, Californie                              Capacité de 130 T/h                              Taux de récupération d'environ 95 % avec procédé humide/sec combinant tri mécanisé et tri manuel (type 2b)</p>	<p>DSTS-MRF : San Leandro Californie                              Coût d'immobilisation : 4,2 millions \$US                              Tarif d'accueil = 76 \$US/T</p> <p>Guadalupe Landfill : 600 000 \$US (pour la ligne de tri seulement)                              Coût d'opération : non disponible</p> <p>Zanker Materials processing facility :                              Coûts d'immobilisation et d'opération : non disponibles</p>	<p><b>Forces :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Permet un très bon taux de récupération (60 à 90 %) des matériaux mélangés qui sont autrement enfouis parce que difficiles à trier</li> </ul> <p><b>Inconvénients :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Coût d'immobilisation relativement élevé</li> </ul>

**C-3.2 TECHNOLOGIES DE MISE EN VALEUR DES PANNEAUX DE GYPSE**

Technologie	Description sommaire	Installations opérationnelles	Coûts typiques	Contraintes et potentiels
<p>New West Gypsum Recycling, Vancouver, C-B, Canada;</p> <p>Andela Products, Ltd., Richfield Springs, New York, États-Unis</p>	<p>Procédé de recyclage du gypse utilisant les résidus de gypse pré- et post-consommation et qui génère des produits réutilisables comme le gypse et le papier.</p> <p>Il comprend cinq étapes :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1- Déchargement et tri manuel des débris de métal, plastique et autres</li> <li>2- Chargement du gypse sur tapis roulant où un aimant électro-magnétique enlève les fragments de métal</li> <li>3- Les matériaux sont ensuite chargés dans une unité de traitement fermée qui broie et sépare le papier du gypse</li> <li>4- Le gypse est chargé et envoyé à des producteurs de panneaux de gypse pour y être mélangé à du gypse vierge ou synthétique pour faire de nouveaux panneaux de gypse. Le gypse recyclé peut aussi être utilisé comme amendement de sol.</li> <li>5- Le papier est mis en pulpe et retourné aux recycleurs</li> </ol> <p>Ce procédé peut être intégré à une unité mobile.</p>	<p>New West Gypsum Recycling Inc. a 3 usines de recyclage :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1- New Westminster, C-B, Canada (70 000 T/an)</li> <li>2- Oakville, Ontario Canada</li> <li>3- Fife, Washington, États-Unis</li> </ol> <p>Andela :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1- Unité fonctionnelle à Reading, Pennsylvanie, États-Unis</li> </ol>	<p>Unités mobiles disponibles pour traiter entre 10 (Andela) et 25 (NWGR) tonnes/hre</p> <p>Unité Andela de 45 Hp : environ 480 000 à 580 000 \$US</p> <p>Coût d'opération : non disponible</p>	<p><b>Forces :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Très peu de contraintes puisque le gypse recyclé rencontre les normes de fabrication</li> <li>- Minimise l'apport des polluants issus de l'enfouissement du gypse, comme le H<sub>2</sub>S</li> <li>- Unités mobiles disponibles pour traiter jusqu'à 25 tonnes/h (NWGR)</li> </ul> <p><b>Inconvénients :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- L'usine doit être près de la source des matériaux en zone métropolitaine, sinon coûts de transport élevés</li> <li>- Les quantités doivent être importantes pour justifier les coûts</li> </ul>

### C-3.3 TECHNOLOGIES DE MISE EN VALEUR DES AGRÉGATS (BÉTON ET ASPHALTE)

#### C-3.3.1 Technologies de mise en valeur des résidus de béton bitumineux

Technologie	Description sommaire	Installations opérationnelles	Coûts typiques	Contraintes et potentiels
<p><b>Sur les lieux mêmes de sa récupération</b></p>	<p>Procédé transformant les résidus d'asphalte en asphalte recyclé. Pour le traitement sur place, le procédé comprend les étapes suivantes :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1- Scarification du revêtement asphalté à l'aide d'une machinerie spécialisée</li> <li>2- Pulvérisation</li> <li>3- Ajout de matériau (si nécessaire)</li> <li>4- Ajout de liants</li> <li>5- Production et compaction du nouveau revêtement</li> </ol>	<p>Ex. Demix, Construction B.M.L., Lafarge Canada, Sintra, etc.</p> <p>La ville de Québec recycle ces débris depuis 2002.</p>	<p>Il en coûte de 4 à 5 \$/t pour concasser et trier les débris de béton bitumineux une fois transporté à un site d'entreposage.</p> <p>La réutilisation sur place des débris de béton bitumineux peut se faire à un coût inférieur.</p>	<p><b>Forces :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Permet d'éviter l'enfouissement des agrégats</li> <li>- Réduit les coûts de travaux lors de réfection de chaussée</li> <li>- Plusieurs usages avantageux pour les agrégats recyclés</li> </ul> <p><b>Inconvénients :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Le béton bitumineux fait avec 100 % de matériaux recyclés est de qualité inférieure. La proportion de matériaux recyclés doit être limitée à environ 20 % pour les revêtements de surface. L'usage en fondation n'a pas ces limitations.</li> </ul>
<p><b>Traitement en usine</b></p>	<p>Pour le procédé en usine, celui-ci comprend les étapes suivantes :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1- Concassage de l'asphalte usé et ajouts de nouveaux agrégats</li> <li>2- Ajout de liants et production de nouvel asphalte</li> </ol>			

C-3.3.2 Technologies de mise en valeur du béton de ciment

Technologie	Description sommaire	Installations opérationnelles	Coûts typiques	Contraintes et potentiels
<p><b>Pour le béton de ciment</b></p>	<p>Procédé qui recycle le béton de ciment à partir du béton de ciment avec ou sans armature. Le procédé comprend les étapes suivantes :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1- Séparation préalable des arrivages de différents types de béton soit, le béton de ciment sans armature (BCSA) et le béton de ciment avec armature (BCAA)</li> <li>2- <b>Pour le BSCA</b> : premier concassage du BSCA, tamisage et concassage secondaire</li> <li>3- <b>Pour le BCAA</b> : étape de séparation magnétique située après le premier concassage, afin de retirer les composantes métalliques.</li> <li>3- Correction granulaire si nécessaire (selon l'usage)</li> </ol>	<p>p.ex. Demix, Construction B.M.L., Lafarge Canada, Sintra, etc.</p> <p>Ville de Québec</p>	<p>Il en coûte de 4 à 5 \$/t pour concasser et trier les débris de béton de ciment une fois transporté à un site d'entreposage.</p> <p>La réutilisation sur place des débris de béton peut se faire à un coût inférieur.</p>	<p><b>Forces :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Permet d'éviter l'enfouissement des agrégats</li> <li>- Plusieurs usages avantageux pour les agrégats recyclés</li> </ul> <p><b>Inconvénients :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Coût de transport des débris de béton si la distance du centre de recyclage est éloignée</li> </ul>

## **C-4 TECHNOLOGIES DE TRAITEMENT THERMIQUE**

Au-delà des techniques d'incinération conventionnelle, divers procédés thermiques sont disponibles pour éliminer les matières résiduelles municipales. Les procédés thermiques commercialement disponibles analysés dans cette section sont les suivants :

- 1- La gazéification
  - a. sur lit fluidisé
  - b. à torche au plasma
- 2- La pyrolyse

Bien qu'elle ne s'adresse pas directement au traitement des résidus municipaux, la vitrification des mâchefers d'incinération à l'aide de la torche à plasma est un procédé thermique qui compte plusieurs applications à grande échelle en complément à des incinérateurs. Ce procédé est également discuté dans cette section.

Les différents procédés thermiques se distinguent essentiellement comme suit. L'incinération est caractérisée par la combustion des matières résiduelles avec un excès d'oxygène et par la production d'un résidu solide (mâchefers). La gazéification est une combustion partielle des matières résiduelles en présence restreinte d'oxygène. Le résultat est un procédé autosuffisant du point de vue énergétique produisant un combustible gazeux. Ce gaz peut être utilisé de façon similaire au gaz naturel dans la production d'électricité et/ou de chaleur. Selon les conditions d'opération (pression, température et % oxygène), la valeur calorifique du gaz varie. La gazéification produit aussi un résidu solide, qui peut être non lixiviable si la température de traitement est suffisamment élevée.

La pyrolyse, quant à elle, est effectuée en absence complète d'oxygène ; la matière est alors transformée par crackage en fraction gazeuse et solide, ainsi qu'en un combustible liquide.

La pyrolyse et la gazéification ne sont pas des procédés nouveaux en soit. Par exemple, la production de charbon de bois s'appuie sur la technique de pyrolyse. La gazéification du charbon est également appliquée depuis des décennies. L'application de ces techniques au traitement des matières résiduelles municipales est toutefois relativement récente; on compte environ 100 installations dans le monde traitant divers résidus, dont environ une vingtaine pour les matières résiduelles urbaines. Une dizaine de firmes se disputent le marché des systèmes pour l'élimination des matières résiduelles municipales.

**C-4.1 TECHNOLOGIES DE GAZÉIFICATION**

Technologie	Description sommaire	Exemples d'installations opérationnelles	Coûts typiques	Contraintes et potentiels
<p><b>Sur lit fluidisé :</b></p> <p>Ex. Biosyn (Enerkem Technologies inc.); Envirotherm SVZ (Lurgi-BGL); Nippon Steel, Ebara Twinrec, etc.</p>	<p>Procédé de valorisation thermique non incinérant de la matière organique par lequel la matière organique est transformée en combustible gazeux sous atmosphère contrôlée. Le procédé comporte 2 étapes principales :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1- Oxydation partielle en présence contrôlée d'oxygène à environ 700 à 1600 °C.</li> <li>2- Conditionnement des gaz (épuration);</li> <li>3- Valorisation du syngaz en électricité ou comme matière première.</li> </ol> <p>Note 1 : les étapes 2 et 3 sont inversées dans certains procédés.</p> <p>Note 2 : certaines technologies, comme Biosyn, requièrent un tri des matières inorganiques comme le verre et le métal, ainsi qu'un séchage et un broyage des matières résiduelles municipales.</p> <p>Rejets :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Gaz issus de la combustion</li> <li>- Poussières captées dans la purification des gaz</li> <li>- Rejets liquides du lavage des gaz</li> <li>- Résidu solide inerte issu du procédé</li> </ul>	<p>Biosyn, Enerkem, Espagne</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Usine de 7 MW utilisant 20 000 t/an de plastiques résiduels.</li> </ul> <p>Biosyn, unité pilote Enerkem, Sherbrooke</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Unité de 100-150 kg/h résidus pour conversion en syngaz (unité pilote de 1,2 M\$ CDN)</li> </ul> <p>Envirotherm SVZ, Schwarze Pumpe, Allemagne</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Unité de 250 000 t/an de résidus municipaux mélangés à du charbon pour conversion en syngaz (procédé Lurgi-British Gas)</li> <li>- Le syngaz est ensuite converti en méthanol et en électricité</li> <li>- Procédé à haute pression (25 bar) et 1 600 °C. Requiert l'addition d'oxygène pur et de vapeur</li> </ul> <p>Kawaguchi, Japon (procédé Ebara)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Unité de 120 000 t/an de résidus municipaux pour conversion en syngaz,</li> </ul>	<p>Selon Biosyn, pour une unité de production de 5 à 10 MW, entre 2 500 et 3 000 \$ CDN (2002) par kW installé.</p> <p>Coûts de fonctionnement entre 0,025 et 0,035 \$/kW électrique produit.</p> <p>Pas de données disponibles pour les autres procédés.</p>	<p><b>Forces :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Meilleur rendement énergétique que l'incinération</li> <li>- Émissions atmosphériques moins polluantes que l'incinération (p.ex. moins de dioxines)</li> <li>- Moins de CO<sub>2</sub> par kW (5 à 20 % plus bas) que chez les incinérateurs conventionnels</li> <li>- Résidu solide stable</li> <li>- Possibilité d'obtenir un sous-produit valorisable</li> </ul> <p><b>Contraintes :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nécessite tri et broyage des matières organiques pour obtenir efficacité énergétique intéressante</li> <li>- Exige un taux d'humidité maximum de 15 à 30 %</li> <li>- Peu d'applications à grande échelle pour des déchets municipaux, fiabilité du procédé à démontrer</li> <li>- Peu adapté à la variabilité des matières résiduelles municipales</li> </ul>

Technologie	Description sommaire	Exemples d'installations opérationnelles	Coûts typiques	Contraintes et potentiels
<p><b>En tunnel :</b>                      Ex. ThermoSelect, Suisse; Technologie CORE, EnEco, Vancouver, Canada, etc.</p>	<p>Dans cette variante du procédé de gazéification, les déchets sont pressés et transférés dans un tunnel de gazéification avec un temps de séjour de 4 à 6 heures à haute température.</p> <p>Dans la technologie CORE, le syngaz est ensuite oxydé complètement par combustion à environ 1 000 °C et l'énergie est récupérée. Le procédé opère à pression atmosphérique.</p> <p>Dans la technologie ThermoSelect, le syngaz est oxydé partiellement à environ 1 200 °C. Le syngaz obtenu est purifié et peut alors être utilisé à diverses fins, dont la valorisation énergétique. Le procédé opère à haute pression atmosphérique et nécessite l'addition d'oxygène concentré et de gaz naturel.</p>	<p>Thermoselect, Karlsruhe, Allemagne</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Capacité de 225 000 t/an de résidus municipaux</li> <li>- Mis en service en 1999</li> <li>- Gazéification à 1600°C</li> <li>- Sous-produits de soufre et concentré de zinc</li> <li>- Production de 35 à 70 MW</li> </ul> <p>Thermoselect, Chiba, Japon</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Capacité de 100 000 t/an de résidus municipaux</li> <li>- Mis en service en 1999</li> <li>- 80 % du syngas est valorisé en aciérie et 1,5 MW en électricité.</li> </ul> <p>ThermoSelect, Mutsu, Japon</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Capacité de 50 000 t/an de résidus municipaux</li> <li>- Mis en service en 2003</li> </ul> <p>Algonquin Power, Peel Region, Ontario (Technologie CORE)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Capacité de 175 000 t/an de résidus municipaux</li> <li>- Mis en service en 1992</li> <li>- Production de 9 MW d'électricité</li> </ul>	<p>Aucune information disponible</p>	<p>Mêmes avantages que listés ci-haut. Toutefois, moins de contraintes au niveau de la préparation des déchets.</p>

Technologie	Description sommaire	Exemples d'installations opérationnelles	Coûts typiques	Contraintes et potentiels
<p><b>À l'aide d'une torche à plasma</b></p> <p>Groupe Solena, É-U; Integrated Environmental Technologies, É-U; Phoenix Solutions, E-U; Westinghouse, E-U; Hitachi, Japon; RCL Plasma, Canada</p>	<p>Le procédé de gazéification au plasma opère à des températures beaucoup plus élevées (2 000 à 3 000 °C) et à pression atmosphérique. La portion organique et plastique est gaséifiée et la portion inorganique est vitrifiée. Les principales étapes de procédé sont les suivantes :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Séchage et homogénéisation des déchets (optionnel)</li> <li>2. Gazéification au plasma avec de l'air enrichi en oxygène</li> <li>3. Traitement et conditionnement du gaz</li> <li>4. Combustion du gaz pour produire de l'électricité</li> </ol> <p>Note : les étapes 3 et 4 peuvent être inversées.</p> <p>La torche au plasma permet d'ajuster instantanément les conditions du procédé et ainsi s'ajuster à une matière variable, toutefois les résidus municipaux gagnent à être séchés et homogénéisés pour régulariser la production de gaz.</p> <p>Comparé à l'incinération, le procédé de gazéification au plasma procure une destruction plus complète de la matière organique, un résidu solide vitrifié au lieu des mâchefers, et une plus haute efficacité de conversion de l'énergie en électricité.</p>	<p>Westinghouse et Hitachi Metals : Plasma Direct Melting Reactor (PDMR), Yoshii, Japon.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Capacité de 25 t/j ou 8 000 t/an de déchets municipaux</li> <li>- Mis en service en 1999</li> <li>- Émissions de dioxines et furanes de moins que 0.01 ng-TEQ/Nm<sup>3</sup> (i.e. 100 fois moins que incinérateur conventionnel)</li> </ul> <p>Hitachi, EcoValley Plant, Utashinai, Japon.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Capacité de 100 000 t/an de déchets municipaux et/ou fluff d'automobile</li> <li>- Mis en service en 2002</li> <li>- Production d'électricité de 7,9 MW et consommation de 3,8 MW avec du fluff, donc production nette de 4,1 MW.</li> </ul> <p>Enel et Solena, Rome, Italie</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Capacité de 336 t/d (120 000 t/an) de déchets municipaux</li> <li>- Mise en service en 2004</li> <li>- Production d'électricité à un tarif subventionné</li> </ul>	<p>Aucun coût d'immobilisation ou d'opération n'est disponible pour une installation existante.</p> <p>Ordre de grandeur : 200 \$/kW de capacité thermique pour le réacteur.</p> <p>Note : La gazéification au plasma est généralement considérée dans la littérature comme légèrement moins chère que l'incinération conventionnelle. Toutefois, cette évaluation est très dépendante des conditions locales de chaque projet.</p>	<p><b>Forces :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Rendement énergétique minimum de 70 %, et supérieur à l'incinération</li> <li>- Moins de CO<sub>2</sub> par kW (5 à 20 % plus bas) que chez les incinérateurs conventionnels</li> <li>- Épuration des gaz plus efficace parce qu'on traite un rejet moins dilué</li> <li>- Les émissions atmosphériques de polluants tels que NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, dioxines et furanes sont inférieures à celles d'un incinérateur</li> <li>- Production d'un résidu solide inerte valorisable au lieu des mâchefers (toutefois des cendres volantes sont tout de même produites et doivent être éliminées).</li> </ul> <p><b>Contraintes :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Coûts d'opération élevés à cause des températures d'opération élevées. L'opération de la torche au plasma vient réduire d'environ la moitié la production nette d'électricité</li> <li>- Procédé peu éprouvé à grande échelle. Plusieurs installations pilotes pour les matières résiduelles municipales, mais seulement 2 usines à échelle commerciale (au Japon). Par contre, plusieurs applications commerciales de 1000 à 10 000 t/an existent pour des déchets industriels (qui sont plus homogènes que des déchets municipaux)</li> <li>- Procédé de haute technologie relativement complexe.</li> </ul>

### C-4.2 TECHNOLOGIES DE PYROLYSE

Technologie	Description sommaire	Exemples d'installations opérationnelles	Coûts typiques	Contraintes et potentiels
<p>Procédé Mitsui R21 (Japon), procédé Pyropleq (Allemagne)</p>	<p>Le principe s'appuie sur le traitement des matières organiques en absence d'air, soit la séparation des constituants chimiques sous l'effet de la chaleur (400 à 750 °C) (crackage).</p> <p>On obtient 3 composantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Un solide, similaire au coke;</li> <li>- Un liquide, similaire à l'huile;</li> <li>- Un gaz (principalement CO, CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> et H<sub>2</sub>).</li> </ul> <p>Ces produits peuvent être valorisé énergétiquement à l'usine même ou comme substitut de combustible dans une autre installation (ex. hauts-fourneaux, centrale thermique, etc.).</p> <p>Le résidu solide permet la récupération des métaux ferreux et non ferreux. Par la suite, la combustion à haute température (1 300 °C) du résidu solide et des cendres volantes produit un solide inerte (procédé Mitsui).</p>	<p>Mitsui Engineering and Shipbuilding, Toyohashi, Japon.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Capacité de 400 t/j (140 000 t/an) de déchets municipaux après récupération des matières recyclables.</li> <li>- Mis en service en 2002</li> <li>- Production d'électricité de 8,7 MW.</li> </ul> <p>Note : Mitsui a mis en service 5 autres usines de pyrolyse de déchets municipaux au Japon de capacité variant entre 140 et 260 t/j de 2000 à 2003.</p> <p>Procédé Pyropleq, Burgau, Allemagne.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Capacité de 35 000 t/an de déchets municipaux + boues.</li> <li>- Mis en service en 1984</li> <li>- Production max d'électricité de 2,2 MW</li> </ul> <p>Procédé Pyropleq, Hamm, Allemagne.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Capacité de 100 000 t/an de déchets municipaux.</li> <li>- Mis en service en 2002</li> </ul>	<p>Les estimés indicatifs fournis dans la littérature indiquent un coût unitaire environ 15 à 20 % supérieur à l'incinération dans le cas du procédé Mitsui, et légèrement inférieur à l'incinération dans le cas du procédé Pyropleq.</p> <p>Aucun coût d'immobilisation ou d'opération n'est disponible pour une installation existante.</p>	<p><b>Forces :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ce procédé permet la production d'un combustible alternatif aux combustibles fossiles</li> <li>- Taux de récupération des métaux élevé</li> <li>- Résidu solide inerte et valorisable comme matériau de construction (procédé Mitsui)</li> <li>- Procédé capable d'accepter une matière de faible capacité calorifique</li> <li>- Pas d'ajout de combustible complémentaire ou d'oxygène (comparé à certains procédés de gazéification)</li> <li>- Émissions atmosphériques de dioxines minimisées</li> </ul> <p><b>Inconvénients :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dans le cas du procédé Pyropleq, quantité importante de résidu solide à enfouir (20 % du tonnage initial)</li> <li>- Coût élevé du procédé Mitsui</li> <li>- Procédés relativement peu éprouvés à grande échelle (seulement 8 installations)</li> </ul>

**C-4.3 VITRIFICATION DES RÉSIDUS D'INCINÉRATION À L'AIDE DE TORCHES AU PLASMA**

Technologie	Description sommaire	Exemples d'installations opérationnelles	Coûts typiques	Contraintes et potentiels
<p><b>Vitrification des mâchefers à l'aide d'une torche à plasma</b></p> <p>Ex. Europlasma (France)</p>	<p>Procédé de vitrification des résidus d'incinération par torche à plasma. Ce procédé est basé sur l'utilisation de hautes températures (4 000 à 5 000 °C), grâce à la torche à plasma, pour ainsi faire fondre les déchets et les rendre totalement inertes sous forme de vitrifiat.</p> <p>Typiquement, le procédé comporte une plate-forme de maturation pour les mâchefers triés (environ 90 %), et une usine de vitrification pour les mâchefers fins (10 %) et les cendres volantes.</p> <p>Permet de corriger certaines nuisances des incinérateurs conventionnels :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Détruit les dioxines et furannes absorbés sur les résidus</li> <li>- Transforme un déchet (mâchefer et cendres volantes) en matière inerte et recyclable</li> <li>- Le caractère non toxique des vitrifiats issus de ce procédé a été approuvé par le Ministère de l'environnement français.</li> </ul>	<p>Communauté urbaine de Bordeaux, France, Complexe thermique de Haut-Garonne, Unité de vitrification de Cenon</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Traite environ 2000 t/an de cendres volantes</li> <li>- En opération depuis 2002</li> </ul> <p>Plusieurs installations en opération au Japon sous licence de Europlasma.</p>	<p>Pour l'unité de vitrification de Cenon, 10 millions d'euros (inclut la R&amp;D)</p> <p>Pour l'incinérateur de la Ville de Québec, les coûts d'immobilisation et d'opération ont été évalués par Europlasma :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- pour l'unité de vitrification : à 20 millions et 3,4 millions \$CDN respectivement</li> <li>- pour la plate-forme de maturation des mâchefers : 1,3 millions et 1,8 millions \$CDN respectivement</li> </ul>	<p><b>Forces :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Élimination des coûts pour l'enfouissement des mâchefers</li> <li>- Le procédé s'ajoute à un incinérateur déjà fonctionnel</li> <li>- Selon l'USEPA et l'Union Européenne le vitrifiat produit est 5 fois moins enclin au lessivage que le verre</li> </ul> <p><b>Faiblesses :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Coût d'immobilisation élevé</li> <li>- La demande en énergie électrique pour ce procédé est importante</li> <li>- Durée et résistance des fours (en voie de résolution)</li> </ul>

## **C-5 ANALYSE DE L'OPPORTUNITÉ D'APPLICATION DANS LA CMQ RIVE-NORD**

L'opportunité d'intégrer une ou l'autre des technologies relevées dans cette étude à la gestion des matières résiduelles de la CMQ Rive-Nord est discutée dans cette section. L'analyse est faite pour chacune des trois grandes catégories de technologies :

1. le compostage de la matière putrescible;
2. le traitement des matières issues du secteur CRD;
3. les procédés thermiques.

### **C-5.1 APPLICABILITÉ DES TECHNOLOGIES DE COMPOSTAGE À LA CMQ RIVE-NORD**

Quatre types de technologies de compostage ont été identifiées, allant des techniques relativement « low tech » comme le compostage en andains et le compostage en pile statique aérée, aux techniques plus sophistiquées, comme le compostage aérobie en bâtiment fermé et le compostage anaérobie.

Le compostage en andains s'applique bien aux résidus faiblement contaminés et de composition uniforme, comme les résidus verts ou les boues. Toutefois, l'expérience de certaines municipalités pour le compostage en andains de résidus de table tend à démontrer que le produit final est généralement de mauvaise qualité parce que trop contaminé. De plus, le compostage en andains ne permet pas de bien contrôler les conditions d'humidité ce qui est souvent la source de problèmes d'odeurs.

Le PGMR de la CMQ Rive-Nord prévoit en 2008 des quantités importantes de résidus organiques à composter, dont environ 36 000 tonnes de résidus de table, 37 000 tonnes d'herbes et feuilles, et 1 600 tonnes de boues. Il est souhaitable de localiser le centre régional de compostage le plus près possible de la source des résidus, pour éviter des coûts de transport importants.

Pour implanter un centre de compostage de capacité importante dans un territoire urbanisé comme la CMQ Rive-Nord, il est essentiel de considérer une technologie qui permet un bon contrôle des conditions de procédé et des odeurs, ce qui dirige le choix vers les technologies en système fermé. Les technologies de compostage de type aérobie et anaérobie comportent chacune des avantages et inconvénients. Les technologies aérobies sont plus répandues et ont une efficacité démontrée. Les technologies anaérobies, bien que moins répandues, comptent aussi plusieurs applications à grande échelle.

La technologie BTA de compostage anaérobie (telle qu'implantée à Toronto) comporte l'avantage de produire un biogaz valorisable qui est une source de revenu. De plus, un avantage non négligeable de cette technologie est de faciliter l'enlèvement de contaminants tels que sacs de plastique et débris de verre, ce qui la rend plus flexible pour les citoyens. Toutefois, une installation de compostage aérobie demeure nécessaire pour finaliser la stabilisation des solides et pour composter les résidus verts.

En somme, les technologies de compostage en système fermé aérobie ou anaérobie sont de bonnes candidates pour remplir les besoins de la CMQ Rive-Nord. La sélection finale de la technologie du centre régional de compostage devra faire l'objet d'une étude plus poussée, qui pourra être combinée à un appel de propositions auprès des fournisseurs de technologie.

#### **C-5.2 APPLICABILITÉ DES TECHNOLOGIES DE TRAITEMENT DES MATIÈRES DE CRD À LA CMQ RIVE-NORD**

Le PGMR de la CMQ Rive-Nord prévoit qu'une quantité de 73 000 tonnes de débris de Construction, rénovation et démolition (CRD) sera à récupérer en 2008, en sus des quantités récupérées en 2002 (qui étaient d'environ 39 000 tonnes). Pour atteindre les objectifs, les efforts de récupération devront viser principalement les granulats, puis le bois, l'acier, et les papiers et cartons.

Les travaux municipaux sont une source importante de granulats. Les municipalités ont donc intérêt à privilégier les techniques de réfection qui encouragent le recyclage des agrégats tels que béton bitumineux et béton de ciment. L'approche utilisée par la ville de Québec de ségréguer les granulats générés par les travaux de voirie dans un lieu d'entreposage pour ensuite concasser les débris et les réutiliser lors de travaux subséquents, est une application intéressante de la réutilisation des agrégats.

Les technologies de tri des matériaux de CRD mélangés permettent de maximiser le recyclage des matériaux tout en offrant une méthode de disposition pratique aux entrepreneurs en construction et démolition. Toutefois, l'expérience américaine montre que même avec des coûts d'enfouissement supérieurs à ceux disponibles actuellement dans la région de Québec, un tel centre de tri a besoin d'un soutien financier des autorités pour être rentable.

Dans la mesure où les DMS de la CMQ Rive-Nord ont encore de la capacité pour recevoir les débris de CRD à très faible coût, le tri mécanisé des débris de CRD apparaît comme une alternative coûteuse. De plus, compte tenu qu'à l'échelle de la province, les objectifs de récupération semblent atteints sans le bénéfice d'un tel centre de tri et récupération, il apparaît plus opportun de suivre l'évolution du marché local de la récupération des matériaux de CRD suite aux efforts proposés dans le PGMR. Si en 2008 les objectifs ne sont pas atteints, un centre de tri mécanisé pourrait être envisagé, par exemple sur le modèle mis de l'avant en partenariat avec l'entreprise privée par la Ville de San Jose en Californie. En 2008, les coûts d'enfouissement des matériaux secs sur le territoire seront beaucoup plus élevés que maintenant, et les incitatifs de rentabilité d'un centre de tri et récupération des matériaux de CRD seront plus facilement justifiables.

En ce qui concerne le recyclage des panneaux de gypse, il n'est pas clair que les quantités disponibles dans la CMQ Rive-Nord soient suffisantes pour justifier une récupération. Il est recommandé de suivre l'évolution des quantités de ce matériau dans le cadre du PGMR et d'évaluer la pertinence d'implanter ce procédé dans la région ultérieurement.

### **C-5.3 APPLICABILITÉ DES PROCÉDÉS THERMIQUES À LA CMQ RIVE-NORD**

Compte tenu que plusieurs éléments de l'incinérateur de la Ville de Québec arrivent à la fin de leur vie utile et doivent faire l'objet d'une réfection, il est opportun d'envisager le remplacement de l'incinérateur par une technologie plus moderne. Plusieurs procédés thermiques de traitement des matières résiduelles municipales ont été identifiés.

Les nouvelles technologies de traitement des matières résiduelles municipales procurent pour la plupart des bénéfices environnementaux par rapport à l'incinération et à l'enfouissement au niveau des émissions atmosphériques, de l'efficacité énergétique et dans certains cas, au niveau de la production de nouvelles matières premières à partir des déchets. On compte environ une vingtaine d'installations traitant des matières résiduelles urbaines, la plupart étant situées au Japon et en Europe. La majorité de ces usines ont été construites dans les cinq dernières années.

Toutefois, toutes ces technologies sont peu éprouvées, surtout sur des matières hétérogènes comme les matières résiduelles municipales. Elles comportent donc un risque technologique et financier important, surtout si on les compare à l'alternative qui est la rénovation de l'incinérateur existant. Les avantages économiques de ces nouvelles technologies se manifestent plus clairement dans les pays où les coûts de l'électricité et de l'élimination sont plus élevés qu'au Québec. Les observateurs du marché des technologies thermiques prévoient que ces dernières prendront leur essor dans les prochaines années; toutefois, compte tenu que la Ville de Québec doit décider maintenant de l'avenir de l'incinérateur, il apparaît peu judicieux de retenir une autre alternative que l'incinération. Il apparaît préférable d'investir dans des améliorations à l'incinérateur pour diminuer les nuisances associées, comme par exemple, pour maximiser la valorisation des mâchefers, plutôt que de remplacer l'incinérateur par une nouvelle technologie coûteuse et risquée.

## **C-6 BIBLIOGRAPHIE**

- Canada Composting inc., Anaerobic Digestion – The Newmarket Ontario Experience.  
City of Peterborough, Compost Facility Siting Study, March 2001.  
City of Toronto, Dufferin Resource newsletter, May 2002, vol. 3, issue 1.  
Fédération Canadienne des Municipalités, Halifax Nova Scotia – A community based waste resource management strategy, 2002.  
Friesen, Barry, A World leader in diversion, Biocycle, June 2002, pp.29-37.  
Goldstein, Nora, Advances in sorting mixed loads of C&D debris, BioCycle, February 2002, pp.36-39.  
Goldstein, Nora, Giving a boost to C&D Diversion, BioCycle, March 2002, pp.27-30.  
Goldstein, Nora, Materials recovery facility taps recyclable–rich loads, BioCycle, February 2003, pp.42-46.  
Juniper Consultancy Services, Ltd, Incineration vs Emerging Technologies – Update on the status of novel technologies (report prepared for States of Guernsey), April 2003.  
Juniper Consultancy Services, Ltd, Progress towards commercializing waste gasification, Présentation faite à la conférence sur les technologies de gasification, San Francisco, 14 octobre 2003.  
Kelleher Maria, Why do organics matter, Solid Waste & Recycling, August/September 2001.  
Livingston, W R, Technical and economic assessment of energy conversion technologies for MSW, Report no. B/WM/00553/REP, 2002.  
New West Gypsum Recycling, B.C. Company is a world leader in gypsum waste recycling technology, Environmental Science & Engineering, March 2003, pp.44-46.  
Philp Tom, Composting our garbage: Northumberland visits Newmarket, The Independent, May 9, 2001.  
Recyc-Québec, Guide d'information sur le recyclage des matériaux secs, 1999.  
Recyc-Québec, Bilan des technologies disponibles pour la mise en valeur des matières résiduelles, 2000.  
R.W. Beck inc., City of Honolulu review of plasma arc gasification and vitrification technology for waste disposal, January 2003.  
Tchobanoglous, G, et al, Integrated Solid Waste Management, 1993.  
Thermoselect, An advanced field proven high temperature recycling process, Présentation faite à la conférence sur les technologies de gasification, San Francisco, 12-15 octobre 2003.  
Thermoselect, An advanced field proven high temperature recycling process, Présentation faite au 6<sup>e</sup> congrès mondial sur la gestion intégrée des ressources, Genève, 12-15 février 2002.

Verma, Shefali, Anaerobic digestion of biodegradable organics in municipal solid wastes, May 2002.