

Assemblée nationale du Québec
Commission des transports et de l'environnement

La gestion des matières résiduelles

*Mémoire présenté à la Commission
par SNC-Lavalin inc.*

1 février 2008



SNC • LAVALIN



SNC • LAVALIN

SNC-LAVALIN INC.
455, boul. René-Lévesque Ouest
Montréal (Québec)
Canada H2Z 1Z3

Téléphone: (514) 393-1000
Télécopieur: (514) 866-0795

Montréal, le 5 février 2008

Assemblée nationale du Québec
Commission parlementaire des transports et de l'environnement
Edifice Pamphile Le May
3^e étage
1035, rue Des Parlementaires
Bureau 3.15
Québec (Québec) G1A 1A3

A l'attention de M. Patrik Gilbert
secrétaire de la Commission

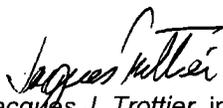
OBJET : Gestion des matières résiduelles
Mémoire de SNC-Lavalin
N/dossier: 605310

Monsieur Gilbert,

Il nous fait plaisir de vous transmettre sur papier le mémoire de SNC-Lavalin que nous vous avons envoyé en format électronique vendredi dernier. Nous vous transmettons notre mémoire par messagerie en 25 copies pour les besoins de la Commission, et en 20 autres copies pour les besoins des médias.

Vous remerciant de votre bonne collaboration, nous vous prions, M. Gilbert, d'agréer l'expression de nos sentiments distingués.

SNC • LAVALIN INC.,


Jacques J. Trottier, ing., M.Sc.A.
Directeur / Eau et Matières résiduelles

JT/jz

Assemblée nationale du Québec

Commission parlementaire des transports et de l'environnement

LA GESTION DES MATIÈRES RÉSIDUELLES

Mémoire présenté à la Commission

par Jacques Trottier, ing.
Jean-Luc Allard, ing.
et Yves Cadotte, ing.,

de SNC-Lavalin inc., le 1 février 2008



La *Politique québécoise 1998-2008 sur la gestion des matières résiduelles* arrivant bientôt à son terme, le gouvernement prépare une nouvelle Politique pour la renouveler et souhaite à cet effet connaître l'avis de différents intervenants qui ont eu à jouer un rôle dans son application. La Commission parlementaire des transports et de l'environnement, ayant compétence en cette matière, a lancé en vertu de son pouvoir d'initiative une vaste consultation sur la situation actuelle de la gestion des matières résiduelles au Québec.

SNC-Lavalin, en collaboration avec la firme Solinov, a réalisé en 2007 une *Étude comparative des technologies de traitement des résidus organiques et des résidus ultimes applicables à la région métropolitaine de Montréal*. Cette étude, mandatée par la Communauté métropolitaine de Montréal (CMM), traite de deux volets importants de la gestion des matières résiduelles : la gestion des résidus organiques et la gestion des résidus ultimes, non recyclés et non valorisés. Ces volets étant particulièrement pertinents dans le cadre la consultation de la Commission, le présent mémoire reprend essentiellement le Sommaire exécutif de cette étude.



Les objectifs principaux de l'étude étaient d'établir un inventaire des technologies de traitement des matières résiduelles, de sélectionner des technologies applicables au contexte de la CMM et d'analyser en détails six d'entre elles, répondant aux besoins de traitement des résidus organiques (RO) et/ou ultimes (RU) et de faire des observations utiles de façon à ce que la CMM dispose d'un outil d'aide à la décision.

Classification et pré-sélection des technologies

Les technologies de traitement des matières résiduelles peuvent être classées sous différentes familles technologiques, et ce, selon le type de matière traitée et selon le principe de traitement utilisé. D'ordre général, les technologies de traitement se divisent en deux grandes familles : les technologies de traitement biologique et les technologies de traitement thermique.

Le **traitement biologique** permet de tirer avantage de la teneur en matière organique des matières résiduelles. En effet, le traitement biologique permet la valorisation des résidus organiques sous forme de compost et/ou de biogaz. Les principales technologies examinées dans l'étude sont

- le compostage en andains,
- le compostage en système fermé,
- la digestion anaérobie en cellules d'enfouissement (ci après nommé enfouissement)
- et la digestion anaérobie en usine.

Le tri-compostage est une technologie de compostage en système fermé des matières organiques collectées en vrac avec les résidus ultimes, le tout étant trié mécaniquement après une période initiale de traitement. Cette technologie a également été étudiée dans le cadre d'une collecte à 2 voies.

Parmi ces technologies, le tri-compostage et l'enfouissement permettent le traitement des résidus mélangés (RM = RO + RU). Dans les autres cas, les technologies de traitement biologique impliquent des résidus organiques séparés à la source, donc issus d'une collecte sélective à 3 voies.

Le **traitement thermique** des matières résiduelles permet de tirer avantage de la valeur calorifique des résidus à traiter. Les principales technologies sont l'incinération de masse, la gazéification et la pyrolyse. Celles-ci permettent le traitement des résidus respectivement avec beaucoup, peu ou sans oxygène. Elles sont adaptées pour le traitement des résidus ultimes et des résidus mélangés.

À partir de ces technologies, une pré-sélection a été effectuée afin d'identifier les technologies jugées applicables au contexte de la CMM sur la base des critères



suivants: technologies applicables pour le traitement des matières résiduelles domestiques, technologies applicables pour une population type de 400 000 habitants et technologies éprouvées et utilisées à pleine échelle en Amérique du Nord ou ailleurs. Ainsi, cinq technologies, parmi les sept identifiées en premier lieu, ont été jugées applicables au contexte de la CMM et analysées en profondeur. Il s'agit :

- du compostage des résidus organiques en système fermé,
- de la digestion anaérobie des résidus organiques en usine,
- de l'enfouissement des résidus ultimes dans des lieux d'enfouissement technique (LET),
- de l'incinération des résidus ultimes et
- de la gazéification des résidus ultimes.

D'autres technologies, dont le compostage en andains sur aire ouverte, la pyrolyse et la gazéification au plasma, non pas été retenus pour l'analyse détaillée pour différentes raisons, notamment à cause du peu d'exemples concrets d'installations ayant la capacité de traiter des tonnages analogues aux besoins de la CMM. Dans le cas du plasma, bien qu'à l'étude à l'échelle pilote à Ottawa, cette technologie n'est pas encore éprouvée à l'échelle industrielle dans le contexte du traitement des matières résiduelles domestiques. Par ailleurs, les technologies relatives au tri-recyclage des contenants, emballages et imprimés recyclables ne faisaient pas partie du mandat et n'ont pas été examinées.

Les cinq technologies retenues ont fait l'objet de six analyses détaillées. Cinq analyses ont d'abord étudié les technologies selon l'hypothèse d'une collecte des résidus séparés à la source par une collecte à trois voies. En outre, une sixième analyse a examiné la technologie de tri-compostage des résidus organiques et ultimes mélangés, dans le cadre d'une collecte à deux voies.

Les tonnages retenus pour l'analyse détaillée des technologies correspondent essentiellement aux besoins d'une population de 400 000 habitants, ce qui est typique des besoins de quatre des cinq régions de la CMM (la Couronne nord, Laval, Longueuil et la Couronne sud), la population de Montréal, de 1.8 millions d'habitants, pouvant être desservie par un nombre plus élevé de modules de ces technologies.

Pour chacune des analyses détaillées, chaque technologie a fait l'objet d'une pré-conception, ce qui a permis de mieux en évaluer les impacts techniques et économiques. Un schéma sommaire d'implantation des technologies de traitement a également été produit, donnant ainsi un aperçu de l'ampleur des terrains nécessaires aux installations.



Comparaison technique et économique

À partir de ces analyses, une comparaison sommaire a pu être établie entre chacune des technologies de traitement selon le type de résidus et selon le mode de collecte à 2 ou 3 voies. La collecte à 2 voies consiste à placer deux poubelles en bordure de rue, une pour les résidus recyclables et une pour les autres résidus. Dans la collecte à 3 voies, trois poubelles sont placées en bordure de rue : une pour les résidus recyclables, une pour les résidus compostables et une pour les autres résidus. Comme il y a plusieurs façons d'effectuer chacun de ces modes de collecte mais que l'étude de ceux-ci ne faisaient pas partie de l'étude, et que d'autre part les modes de collecte peuvent influencer les aspects technico-économiques des technologies, les études ont été faites sur la base du mode de collecte généralement observé présentement dans la CMM.

En ce qui concerne le **traitement des résidus organiques**, plusieurs éléments principaux distinguent les technologies de compostage en système fermé et de digestion anaérobie.

- Le compostage est une technologie plus flexible et plus simple d'opération et d'entretien, ce qui l'avantage.
- La digestion anaérobie requiert un peu moins d'agents structurants et est de construction généralement plus compacte et étanche ce qui l'avantage du point de vue des contraintes potentielles de localisation. Cependant, le digesteur anaérobie doit être localisé à proximité d'un utilisateur du biogaz produit.
- La digestion anaérobie est avantagée sur le plan des émissions de GES dans la mesure où le biogaz produit est utilisé en remplacement d'une énergie non renouvelable (gaz naturel ou autre combustible fossile).
- La digestion anaérobie consomme davantage d'eau pour le procédé et génère des eaux usées qu'il faut traiter subséquemment.
- Le compostage aérobie est légèrement moins coûteux que la digestion anaérobie.

En ce qui concerne le **traitement des résidus ultimes**, soit les résidus restant après récupération des matières recyclables par la collecte sélective et des matières compostables par la collecte séparée des organiques, les technologies sont essentiellement l'enfouissement dans des lieux d'enfouissement technique, l'incinération et la gazéification. Elles se distinguent de plusieurs façons.

- L'enfouissement requiert considérablement plus d'espace que les technologies de traitement thermique, mais demeure la technologie la plus flexible quant à sa capacité d'adaptation au type de résidus à traiter, parce



qu'elle est insensible à une fluctuation du pouvoir calorifique des résidus ou de la taille ou de la forme des résidus. Pour être traités efficacement par voie thermique, les résidus doivent avoir un pouvoir calorifique relativement constant, et leur forme ou leur taille peuvent représenter une contrainte pour les équipements mécaniques. Par ailleurs, l'enfouissement permet de récupérer le biogaz et de transformer le méthane qu'il contient en énergie renouvelable pouvant remplacer des combustibles fossiles.

- L'incinération permet de récupérer non seulement l'énergie contenue dans les matières putrescibles, comme dans le cas de l'enfouissement, mais également l'énergie contenue dans les plastiques et autres résidus non biodégradables mais combustibles. Cette technologie permet de réduire les quantités de résidus d'environ 70 %, mais du même coup requièrent l'utilisation d'un site d'enfouissement pour disposer des autres 30 % constitués de cendres, de scories et d'imbrûlés. L'incinération produit également des gaz de cheminée qu'il faut épurer avant leur rejet à l'atmosphère.
- La gazéification permet un détournement de l'enfouissement de 100% puisque tous ses extrants solides peuvent être réutilisés et ne requièrent pas de site d'enfouissement. Tous les extrants solides sont valorisables sous forme de métaux, de granulats et de minéraux vitrifiés et inertes. Quant aux extrants gazeux, ils sont constitués en bonne partie de monoxyde de carbone et d'hydrogène, ce qui leur donne une valeur calorifique suffisante pour les utiliser comme combustible. La gazéification ne produit donc pas des gaz de cheminée mais plutôt un gaz de synthèse livrable par gazoduc.
- La gazéification est actuellement en usage dans plusieurs municipalités, la plupart étant situées au Japon (Chiba, 1999, 300 t/j; Mutsu, 2003, 140 t/j; Osaka, 2004, 95 t/j; Kurashiki, 2004, 555 t/j; Nagasaki, 2005, 300 t/j; Tokushima, 2005, 120 t/j; Yorii, 2006, 450 t/j). Le milieu industriel utilise aussi cette technologie pour gazéifier des résidus particuliers, comme les copeaux de bois. En outre, un projet pilote de gazéification au plasma est en cours de construction à Ottawa.
- La valorisation énergétique est plus efficace par voie thermique que par voie anaérobie en enfouissement parce que même les plastiques peuvent être valorisés, ce que ne peut pas faire la biodégradation. De plus, la gazéification permet une double valorisation énergétique puisque le syngaz est valorisable sous forme de combustible et la chaleur produite par combustion peut également être valorisée par cogénération.
- Du point de vue économique, l'enfouissement demeure une solution moins coûteuse à court terme que les traitements thermiques, parce qu'elle n'élimine pas vraiment les déchets; les résidus sont en effet simplement



déposés à long terme dans des cellules étanches. À ce titre, elle doit être considérée comme une solution temporaire. Les coûts de l'enfouissement tels qu'observés sur le marché n'incluent pas les coûts réels futurs liés, par exemple, à la réhabilitation et la décontamination future des lieux d'enfouissement technique (LET).

En ce qui concerne la collecte à trois voies et la collecte à deux voies nécessaire à la technologie du tri-compostage, les principaux éléments suivants distinguent le compostage en système fermé des résidus organiques et le tri-compostage des résidus mélangés.

- L'approche de tri-compostage est plus simple et rapide à implanter du point de vue de la collecte parce qu'elle ne requiert que deux poubelles plutôt que trois; mais la qualité du compost repose sur un tri négatif des contaminants chimiques (RDD et autres), lequel demande un effort de collecte et de sensibilisation plus important de la part de la population. Le tri-compostage produit en outre des quantités appréciables de rejets qui doivent être enfouis dans un LET, par rapport aux quantités rejetées par le procédé de compostage en système fermé.
- Le nombre de passages de camions de collecte requis dans les rues pour une collecte à 2 voies est très semblable à celui pour une collecte à 3 voies réalisée en mode de co-collecte, par lequel les résidus alimentaires, les résidus recyclables et les résidus ultimes sont ramassés dans un camion compartimenté, et avec une collecte saisonnière des résidus verts. La collecte à 2 voies est légèrement avantageuse, en termes du nombre de collectes, comparativement à une collecte à 3 voies avec des collectes indépendantes des résidus organiques, recyclables et ultimes;
- La qualité des composts issus du tri-compostage via une collecte à 2 voies est moindre que celle du compostage des résidus organiques séparés à la source par la population via une collecte à 3 voies. De plus, il y a un risque lié à la faisabilité et la viabilité de valoriser un compost de deuxième qualité dans le contexte de marché québécois. Ce risque est propre au tri-compostage à cause de la performance très variable du tri négatif effectué par la machine, alors que le tri positif effectué par la population dans la collecte à 3 voies ajoute moins de résidus ultimes aux matières putrescibles contenus dans la poubelle « verte » et produit conséquemment un compost peu ou pas contaminé.
- Les coûts de construction et d'exploitation de ces technologies, incluant les coûts de collecte et de transport, peuvent se résumer comme suit.
- La collecte à 2 voies (90 \$/unité d'occupation, ou u.o.) est moins coûteuse que la collecte à 3 voies (104 à 126 \$/u.o., selon le mode de collecte). À l'inverse, le coût de traitement est supérieur pour le tri-compostage (120 \$/t) par rapport au compostage des résidus organiques (85 \$/t) jumelé à



l'enfouissement des résidus ultimes (66 \$/t, redevances incluses).
Globalement, les deux scénarios sont économiquement équivalents.

- Lorsque les coûts de collecte présentés dans le rapport sont jumelés aux coûts de traitement, il est possible d'estimer les coûts associés à différents scénarios de gestion de traitement des matières résiduelles. Parmi les nombreux agencements possibles, neuf scénarios ont été comparés à la situation actuelle, dite de référence, qui consiste en l'enfouissement des résidus mélangés issus d'une collecte à 2 voies. La situation de référence représente un coût de 107 \$/ u.o. Ce coût exclut toutefois les frais reportés aux générations futures et liés à la réhabilitation du site. Une décontamination future du site, estimée à titre indicatif à 165 \$/tonne excavée, reviendrait à 124 \$/u.o. Le coût de la situation de référence s'élèverait alors à 231 \$/u.o. Dans le cas du tri-compostage jumelé à la collecte à 2 voies, les coûts sont de 152 \$/u.o., mais sont de 231 \$/u.o. lorsqu'on y ajoute les coûts de réhabilitation du site d'enfouissement requis pour recevoir les rejets du tri-compostage.
- Le scénario optimal quant aux coûts, évalués au total à 173\$/u.o., est la combinaison de la technologie de compostage des résidus organiques en système fermé, conjointement avec la gazéification des résidus ultimes, tous les résidus étant ramassés par une co-collecte à 3 voies. Ce scénario adhère aux principes de développement durable en ce qu'il respecte toutes les normes environnementales en vigueur et ne lègue pas de site d'enfouissement contaminé aux générations futures.



Les coûts de construction et d'exploitation de ces technologies combinées en scénarios, incluant les coûts de collecte et de transport, sont résumés comme suit.

Coûts de collecte, de transport et de traitement, en \$ / tonne (t)			
Collecte à 2 voies	90 \$ / t		
Collecte à 3 voies	104 \$ à 126 \$ / t		
Tri-compostage	120 \$ / t		
Compostage des résidus organiques	85 \$ / t		
Enfouissement des résidus ultimes	66 \$ / t		
Coûts des scénarios, en \$ / unité d'occupation (u.o.)			
Actuel : collecte à 2 voies, recyclage et enfouissement	107 \$	124 \$	231 \$
Collecte à 2 voies, recyclage et tri-compostage	149 \$	43 \$	192 \$
Co-collecte à 3 voies, recyclage, compostage anaérobie et gazéification	173 \$	0 \$	173 \$

Valorisation de l'énergie et du compost

Suite à cette analyse, il a également été possible d'évaluer le potentiel de valorisation des matières résiduelles sous forme d'énergie et/ou de compost. La valorisation énergétique des matières résiduelles est avantageuse lorsque sont considérées les technologies de traitement thermique. En effet, le traitement des résidus ultimes par gazéification permet de valoriser près de 9 GJ/tonne traitée, et dans le cas de la digestion anaérobie des résidus organiques, 2 à 3 GJ/tonne traitée peuvent être récupérés sous forme de biogaz. Par contre, dans le cas de l'enfouissement, cette valorisation se situe plutôt autour de 1 GJ/tonne de résidus ultimes et à près de 2 GJ/tonne de résidus mélangés enfouis.

Dans le cas de la valorisation des résidus organiques sous forme de compost, les bénéfices environnementaux sont reconnus et consistent en l'amélioration des propriétés physiques, chimiques et biologiques des sols. La qualité environnementale d'un compost de résidus organiques municipaux dépend



principalement de la qualité des intrants, soit les résidus à traiter. Elle est également tributaire, dans une moindre mesure, de la technologie utilisée et de la qualité des opérations de compostage.

À cause de la nature des intrants, les composts issus du tri-compostage de tous les résidus mélangés sont plus susceptibles de contenir des contaminants affectant leur qualité, comparativement aux composts de résidus organiques séparés à la source. Ainsi, de façon générale, les composts issus d'une collecte des résidus organiques séparés à la source par une collecte à 3 voies sont de meilleure qualité (C1 ou BNQ A) et sont bien mieux perçus, à la fois par les utilisateurs et par la population en général, que les composts issus du tri-compostage (C2 ou BNQ B).

En ce qui a trait aux **marchés pour les composts** produits, les observations suivantes peuvent être faites.

- *Le compost issu d'une collecte à 3 voies est de première qualité* et le potentiel de mise en marché est très élevé, parce que 100% du compost pourrait être valorisé. Le revenu de vente potentiel pourrait être près de 10 \$/tonne.
- *Le compost issu du tri-compostage via une collecte à 2 voies est de seconde qualité* et le risque associé à sa valorisation est de moyen à élevé, à cause de la qualité généralement moindre de ce type de compost. Actuellement, ce type de compost a une valeur monétaire presque nulle sur les marchés.



Conclusion

L'étude a permis de faire les observations suivantes.

- Un agencement optimal des technologies de traitement des résidus organiques et des résidus ultimes jumelé à une co-collecte (collecte à 3 voies) est globalement plus avantageux que le tri-compostage appliqué à une collecte à 2 voies.
- Le compostage en système fermé est légèrement avantageux sur le plan des coûts, mais une hausse des prix des combustibles fossiles ou de l'électricité pourrait favoriser la digestion anaérobie.
- La gazéification permet un taux maximal de détournement de l'enfouissement et constitue une source importante de réduction des gaz à effet de serre et d'énergie renouvelable pouvant remplacer les combustibles fossiles. En outre, la gazéification offre un moyen réel d'internaliser tous les coûts liés à la gestion des résidus ultimes, parce qu'à la différence de l'enfouissement elle traite complètement les résidus et ne lègue pas d'héritage d'espaces contaminés aux générations futures.
- La gazéification, qui fait le plus de sens pour les générations futures, souffre au moment présent d'un désavantage lié simplement au moindre coût apparent de l'enfouissement parce que ce dernier n'inclut pas tous les coûts environnementaux. À cause de ce désavantage apparent, la gazéification s'est développée depuis environ quinze ans seulement, mais est maintenant en usage dans plusieurs municipalités ailleurs dans le monde. Elle est entièrement éprouvée et fonctionnelle pour traiter les résidus ultimes municipaux, et ne pose plus de défis technologiques pour son implantation. Elle représente un moyen efficace pour faire transiter la gestion des résidus par enfouissement vers la gestion sans enfouissement.

Pour compléter la planification de la gestion des matières résiduelles, il ne reste maintenant qu'à identifier une façon pratique de financer tous les coûts. Cet enjeu étant éminemment de la responsabilité des autorités municipales et gouvernementales, l'étude remarque simplement que plusieurs modes de réalisation et de financement peuvent être mis en oeuvre, que ce soit par le financement conventionnel par les municipalités, par le biais de partenariats publics-privés ou par programmes de subventions. Tous ces modes sont connus, sont efficaces, sont réalisables à court terme, et ils offrent un choix aux autorités dans leur recherche du meilleur moyen d'allouer les ressources requises par la gestion des matières résiduelles telle qu'elle sera envisagée dans la future Politique gouvernementale.





SNC • LAVALIN

www.snclavalin.com

SNC-Lavalin inc.
455, boul. René-Lévesque O.
Montréal (Québec)
H2Z 1Z3 Canada
Téléphone: (514) 393-1000
Télécopieur: (514) 390-6528