

# DIRECTION ÉCOEFFICACITÉ INDUSTRIELLE ET ENVIRONNEMENT

## TRAITEMENT MÉCANO-BIOLOGIQUE DES ORDURES MÉNAGÈRES : PROJET PILOTE LABORATOIRE

Dossier CRIQ n° 640-PE38910 (R1)

Rapport final

Monsieur Pierre Gravel  
Chef de division  
*Division de la gestion des matières résiduelles*  
Direction de l'environnement  
**VILLE DE MONTRÉAL**  
801, rue Brennan, 8<sup>e</sup> étage  
Montréal (Québec) H3C 0G4

MONIQUE CHARLAND, CHM. P.  
CONSEILLÈRE INDUSTRIELLE



YVES BERNARD, ING.  
RESPONSABLE TECHNIQUE



MARIE-JOSÉE HARDY, MICROBIOLOGISTE  
DIRECTRICE

QUÉBEC, LE 5 AOÛT 2009

Centre de recherche  
industrielle

Québec 

## **TRAITEMENT MÉCANO-BIOLOGIQUE (TMB) DES ORDURES MÉNAGÈRES : PROJET PILOTE LABORATOIRE**

### **ÉQUIPE DE TRAVAIL**

#### **Centre de recherche industrielle du Québec (CRIQ)**

- *M. Yves Bernard, ing., responsable du projet.*
- *M. Marc Daigle, ing., collaborateur à la planification des essais de TMB.*
- *M<sup>me</sup> Olga Solomatnikova, chimiste, M.Sc., collaboratrice à la valorisation des sous-produits combustibles.*
- *M<sup>me</sup> Marie-Andrée St-Pierre, microbiologiste, M.Sc., collaboratrice à la planification des campagnes d'échantillonnage.*
- *M. Éric Légaré, technicien R-D, réalisation des campagnes d'échantillonnage et suivi des essais de TMB.*
- *M. Alain Sauvé, technicien R-D, réalisation des campagnes d'échantillonnage et suivi des essais de TMB.*
- *M<sup>me</sup> Monique Charland, chim., conseillère industrielle.*

#### **Ville de Montréal**

- *M. Jean-Pierre Panet, M. ing., MBA, responsable du projet pour la Ville de Montréal.*
- *M. Alain Leduc, collaborateur.*
- *M. Jean-François Lesage, collaborateur.*

## **REMERCIEMENTS**

*La réalisation de ce projet a été rendue possible grâce à la participation financière de la communauté métropolitaine de Montréal et à la précieuse collaboration de :*

- *La Ville de Côte Saint-Luc*
- *La Ville de Pointe-Claire*
- *La Ville de Westmount*
  
- *Le Centre de tri et de récupération des matières recyclables de la Ville de Montréal*
- *Le site de compostage de la Ville de Laval*
- *Récupération J.M. Langlois inc.*
- *Recyclage Mélimax*
  
- *Boralex inc., division Sécure*
- *Groupe Aecon Québec Itée et Canworld Environmental Solution inc.*
- *Le complexe environnemental Saint-Michel*
- *Matériaux Paysagers Savaria Itée*
  
- *Boralex*
- *Cascades*
- *Ciment Lafarge*
- *Dalkia*
- *Holcim (Ciment St-Laurent)*
- *Kruger*

## TABLE DES MATIÈRES

	PAGE
RÉSUMÉ .....	x
1. MISE EN CONTEXTE .....	1
2. MANDAT .....	1
3. DESCRIPTION DES TRAVAUX .....	2
3.1 ÉCHANTILLONNAGE ET CARACTÉRISATION DES ORDURES MÉNAGÈRES ET DE DIVERS TYPES DE REJETS .....	2
3.1.1 Échantillonnage des ordures ménagères .....	4
3.1.2 Échantillonnage des rejets non résidentiels .....	7
3.2 DÉTERMINATION DU BESOIN DE RÉALISER DES FORMULATIONS AVEC LES ORDURES MÉNAGÈRES ET DIVERS TYPES DE REJETS .....	8
3.3 RECHERCHE D'INFORMATIONS SUR LES CARACTÉRISTIQUES DES COMBUSTIBLES À PRODUIRE PAR LE TMB .....	8
3.4 RÉALISATION D'ESSAIS PILOTES DE TMB EN LABORATOIRE ET À GRANDE ÉCHELLE SUR DES ORDURES MÉNAGÈRES .....	9
3.4.1 Essais de tamisage à petite échelle .....	9
3.4.2 Essais de broyage et tamisage à grande échelle .....	10
3.4.3 Essais de séchage biologique .....	12
3.4.4 Séquence des essais de broyage, de tamisage et de séchage biologique .....	14
3.4.4.1 Ordures ménagères tamisées puis séchées biologiquement .....	16
3.4.4.2 Ordures ménagères séchées biologiquement puis tamisées .....	16
3.4.4.3 Ordures ménagères broyées et séchées biologiquement (aération progressive et variable) .....	16
3.4.4.4 Ordures ménagères broyées et tamisées à grande échelle puis séchées biologiquement .....	17
3.5 RECHERCHE ET SÉLECTION DES ÉQUIPEMENTS UTILISÉS DANS LES PROCÉDÉS DE TMB ET RECHERCHE D'ÉQUIPEMENTIERS QUÉBÉCOIS .....	17
3.6 INTERPRÉTATION ET INTÉGRATION DES RÉSULTATS .....	17
4. DESCRIPTION ET ANALYSE DES RÉSULTATS .....	18
4.1 ÉCHANTILLONNAGE ET CARACTÉRISATION DES ORDURES MÉNAGÈRES ET DES DIVERS TYPES DE REJETS .....	18
4.1.1 Ordures ménagères .....	18
4.1.2 Rejets de divers types .....	24

## TABLE DES MATIÈRES (suite)

	<b>PAGE</b>
4.2 DÉTERMINATION DU BESOIN DE RÉALISER DES FORMULATIONS AVEC DIVERS TYPES D'ORDURES MÉNAGÈRES .....	33
4.2.1 Test d'auto-échauffement .....	34
4.3 RECHERCHE D'INFORMATION SUR LES CARACTÉRISTIQUES DES COMBUSTIBLES À PRODUIRE PAR LE TMB .....	35
4.3.1 Critères d'acceptation d'un combustible dérivé des ordures ménagères .....	36
4.3.2 Respect des résultats d'analyse des ordures ménagères brutes en lien avec les critères d'acceptation .....	42
4.3.3 Règlementation environnementale au Québec sur les émissions dues à l'utilisation de la matière résiduelle à des fins énergétiques .....	45
4.4 RÉALISATION D'ESSAIS PILOTES DE TMB EN LABORATOIRE ET À GRANDE ÉCHELLE SUR DES ORDURES MÉNAGÈRES .....	46
4.4.1 Ordures ménagères brutes tamisées puis séchées biologiquement .....	47
4.4.1.1 Tamisage .....	47
4.4.1.2 Séchage biologique .....	53
4.4.2 Ordures ménagères brutes séchées biologiquement puis tamisées .....	56
4.4.2.1 Séchage biologique .....	56
4.4.2.2 Tamisage des ordures ménagères brutes bioséchées.....	57
4.4.3 Ordures ménagères brutes broyées et séchées biologiquement (aération progressive et variable) .....	63
4.4.4 Ordures ménagères de Westmount broyées et tamisées à grande échelle puis séchées biologiquement .....	65
4.4.4.1 Broyage et tamisage .....	66
4.4.4.2 Séchage biologique .....	69
4.5 INFORMATIONS SUR LES ÉQUIPEMENTIERS QUÉBÉCOIS DE TMB .....	71
4.6 INTÉGRATION .....	77
4.6.1 Séchage biologique .....	78
4.6.2 Caractéristiques des ordures ménagères après le TMB .....	78
4.6.3 Éléments retenus pour le choix de la chaîne de traitement TMB des ordures ménagères.....	80
4.6.4 Description des éléments proposés de la chaîne de TMB des ordures ménagères.....	83

## TABLE DES MATIÈRES (suite)

	<b>PAGE</b>
5. CONCLUSION .....	86
6. RECOMMANDATIONS .....	91

### LISTE DES ANNEXES

ANNEXE A	PHOTOS DU PROJET
ANNEXE B	MÉTHODES D'ANALYSE
ANNEXE C	LISTE DES CATÉGORIES UTILISÉES POUR LE TRI DES ORDURES MÉNAGÈRES ET LES DIVERS TYPES DE REJETS
ANNEXE D	COMPOSITION DES ORDURES MÉNAGÈRES DE POINTE-CLAIRE, WESTMOUNT ET CÔTE SAINT-LUC TRIÉES AU COURS DES TROIS CAMPAGNES
ANNEXE E	CARACTÉRISATION DES ORDURES MÉNAGÈRES – RÉSULTATS D'ANALYSE DES MÉTAUX
ANNEXE F	CARACTÉRISATION DES ORDURES MÉNAGÈRES – CARACTÉRISATION DES CENDRES
ANNEXE G	COMPOSITION DES REJETS D'UN CENTRE DE TRI DES MATIÈRES RECYCLABLES TRIÉS AU COURS DES DEUX CAMPAGNES
ANNEXE H	RÉSULTATS DES ESSAIS DE SÉCHAGE BIOLOGIQUE
ANNEXE I	SPÉCIFICATION DES COMBUSTIBLES ALTERNATIFS
ANNEXE J	RÈGLEMENT
ANNEXE K	INFORMATIONS SUR LES ENTREPRISES QUÉBÉCOISES DE TMB
ANNEXE L	BILANS MASSIQUE ET VOLUMIQUE DE LA CHAÎNE DE TMB RECOMMANDÉE

## TABLE DES MATIÈRES (suite)

### PAGE

### LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU 1	PROGRAMME D'ÉCHANTILLONNAGE DES ORDURES MÉNAGÈRES ET DES DIVERS TYPES DE REJETS .....	3
TABLEAU 2	PORTRAIT DES SECTEURS D'ÉCHANTILLONNAGE .....	5
TABLEAU 3	PARAMÈTRES ANALYSÉS SUR LES ORDURES MÉNAGÈRES.....	7
TABLEAU 4	PARAMÈTRES ANALYSÉS SUR LES FRACTIONS D'ORDURES MÉNAGÈRES TAMISÉES .....	10
TABLEAU 5	CARACTÉRISTIQUES DE L'ÉQUIPEMENT DE BROYAGE (UTILISÉ POUR ESSAIS À GRANDE ÉCHELLE).....	11
TABLEAU 6	CARACTÉRISTIQUES DE L'ÉQUIPEMENT DE TAMISAGE (UTILISÉ POUR ESSAIS À GRANDE ÉCHELLE).....	12
TABLEAU 7	PARAMÈTRES SUIVIS DURANT LES ESSAIS DE SÉCHAGE BIOLOGIQUE .....	13
TABLEAU 8	QUANTITÉ D'ORDURES MÉNAGÈRES COLLECTÉES.....	19
TABLEAU 9	COMPOSITION MOYENNE DES ORDURES MÉNAGÈRES TRIÉES POUR LES TROIS SECTEURS.....	21
TABLEAU 10-A	CARACTÉRISTIQUES DES ORDURES MÉNAGÈRES .....	23
TABLEAU 10-B	CARACTÉRISTIQUES COMPLÉMENTAIRES DES ORDURES MÉNAGÈRES (ÉCHANTILLON POINTE-CLAIRE).....	23
TABLEAU 11	COMPOSITION DES REJETS D'UN CENTRE DE TRI DES MATIÈRES RECYCLABLES .....	24
TABLEAU 12	CARACTÉRISTIQUES DES REJETS DU CENTRE DE TRI DES MATIÈRES RECYCLABLES .....	26
TABLEAU 13	COMPOSITION DES REJETS DE TAMISAGE DU CENTRE DE COMPOSTAGE DE LA VILLE DE LAVAL .....	28
TABLEAU 14	CARACTÉRISTIQUES DES REJETS DU CENTRE DE COMPOSTAGE DE LA VILLE DE LAVAL .....	29
TABLEAU 15	COMPOSITION DES REJETS DU CENTRE DE TRI DE RÉSIDUS DE CRD DE RECYCLAGE MÉLIMAX .....	30
TABLEAU 16	CARACTÉRISTIQUES DES REJETS DU CENTRE DE TRI DE RÉSIDUS DE CRD DE RECYCLAGE MÉLIMAX.....	31
TABLEAU 17	COMPOSITION DES REJETS DU CENTRE DE TRI DE RÉSIDUS DE CRD DE RÉCUPÉRATION J.M. LANGLOIS.....	32

## TABLE DES MATIÈRES (suite)

	<b>PAGE</b>
TABLEAU 18	CARACTÉRISTIQUES DES REJETS DE TAMISAGE DU CENTRE DE TRI DE RÉSIDUS DE CRD DE RÉCUPÉRATION J.M. LANGLOIS..... 33
TABLEAU 19	SPÉCIFICATIONS COURANTES DES CIMENTERIES (EUROPÉENNES) POUR CSR ..... 37
TABLEAU 20	CLASSIFICATION DE CSR EN FONCTION DE LA TENEUR EN CHLORE..... 38
TABLEAU 21	LISTE DES ENTREPRISES CONTACTÉES POUR LA VALORISATION DES CSR..... 39
TABLEAU 22	LIMITES D'ACCEPTATION DES RÉSIDUS UTILISÉS COMME COMBUSTIBLES DANS LES CIMENTERIES DE LA COMPAGNIE HOLCIM..... 42
TABLEAU 23	RÉSULTATS DES ANALYSES CHIMIQUES DES DIVERSES ORDURES MÉNAGÈRES AINSI QUE DE DIVERS REJETS..... 44
TABLEAU 24	DISTRIBUTION MASSIQUE ET VOLUMIQUE DE L'ESSAI DE TAMISAGE DES ORDURES MÉNAGÈRES BRUTES (AVANT SÉCHAGE BIOLOGIQUE)..... 48
TABLEAU 25	CARACTÉRISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES DES ORDURES MÉNAGÈRES BRUTES ET DES DIVERSES FRACTIONS DE CES ORDURES ..... 50
TABLEAU 26	DISTRIBUTION MASSIQUE DE L'ALUMINIUM, DU VERRE ET DES MÉTAUX FERREUX PAR FRACTION GRANULOMÉTRIQUE..... 51
TABLEAU 27	DISTRIBUTION MASSIQUE DE L'ALUMINIUM, DU VERRE ET DES MÉTAUX FERREUX EN FONCTION DE LA MASSE TOTALE DU RÉSIDU ..... 52
TABLEAU 28	BILAN DES ESSAIS DE SÉCHAGE BIOLOGIQUE SUR LES FRACTIONS 0 À 25 MM ET 25 À 50 MM OBTENUES SUITE AU TAMISAGE..... 55
TABLEAU 29	BILAN DE L'ESSAI DE SÉCHAGE BIOLOGIQUE DES ORDURES MÉNAGÈRES BRUTES ..... 57
TABLEAU 30	DISTRIBUTION MASSIQUE ET VOLUMIQUE DE L'ESSAI DE TAMISAGE APRÈS SÉCHAGE BIOLOGIQUE ..... 58
TABLEAU 31	CARACTÉRISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES DES FRACTIONS DU TAMISAGE OBTENUES APRÈS SÉCHAGE BIOLOGIQUE ..... 59
TABLEAU 32	DISTRIBUTION MASSIQUE DE L'ALUMINIUM, DU VERRE ET DES MÉTAUX FERREUX PAR FRACTIONS GRANULOMÉTRIQUES ..... 60
TABLEAU 33	DISTRIBUTION MASSIQUE DE L'ALUMINIUM, DU VERRE ET DES MÉTAUX FERREUX EN FONCTION DE LA MASSE TOTALE DU RÉSIDU ..... 61
TABLEAU 34	DISTRIBUTION MASSIQUE ET VOLUMIQUE DE LA FRACTION 76-100 MM ET > 100 MM EN FONCTION DE LA FORME DES PARTICULES..... 62

## TABLE DES MATIÈRES (suite)

	<b>PAGE</b>
TABLEAU 35 CARACTÉRISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES DES FRACTIONS > 100 MM (2D) ET 75 à 100 MM (2D) .....	63
TABLEAU 36 BILAN DES ESSAIS DE SÉCHAGE BIOLOGIQUE D'ORDURES MÉNAGÈRES BRUTES BROYÉES AVEC AÉRATION PROGRESSIVE ET VARIABLE .....	65
TABLEAU 37 DISTRIBUTION GRANULOMÉTRIQUE DE L'ESSAI DE BROYAGE ET DE TAMISAGE À GRANDE ÉCHELLE .....	66
TABLEAU 38 DISTRIBUTION GRANULOMÉTRIQUE RÉELLE DES ORDURES MÉNAGÈRES BROYÉES À GRANDE ÉCHELLE.....	67
TABLEAU 39 RÉSULTATS D'ANALYSE DES FRACTIONS < 50 MM ET > 50 MM BROYÉES OBTENUES LORS DE L'ESSAI À GRANDE ÉCHELLE .....	68
TABLEAU 40 BILANS MASSIQUE ET VOLUMIQUE DES ESSAIS DE SÉCHAGE BIOLOGIQUE FAIT À PARTIR DES ORDURES MÉNAGÈRES BROYÉES ET DES DEUX FRACTIONS ISSUES DU TAMISAGE À GRANDE ÉCHELLE .....	71
TABLEAU 41 COMPOSITION DES PRODUITS DE LA CHAÎNE DE TMB.....	84
TABLEAU 42 BILAN DE LA CHAÎNE DE TMB PROPOSÉE .....	85

## TABLE DES MATIÈRES (suite)

	<b>PAGE</b>
<b><u>LISTE DES FIGURES</u></b>	
Figure 1	Séquences de traitement testées ..... 15
Figure 2	Composition moyenne des ordures ménagères.....20
Figure 3	Composition moyenne des rejets du centre de tri des matières recyclables .....25
Figure 4	Évolution de la température durant le test d'autoéchauffement des ordures ménagères de chacun des trois secteurs ainsi que des rejets des centres de tri (de matières recyclables et de résidus de CRD)..... 35
Figure 5	Évolution de la température et du débit d'aération de l'essai de séchage biologique de la fraction de 0 à 25 mm du tamisage d'ordures ménagères brutes ..... 53
Figure 6	Évolution de la température et du débit d'aération de l'essai de séchage biologique de la fraction de 25 à 50 mm du tamisage d'ordures ménagères..... 54
Figure 7	Évolution de la température et du débit d'aération pendant le séchage biologique des ordures ménagères brutes ..... 56
Figure 8	Évolution de la température et du débit d'aération pendant le séchage biologique des ordures ménagères brutes broyées avec aération progressive..... 64
Figure 9	Évolution de la température et du débit d'aération pendant le séchage biologique des ordures ménagères brutes broyées avec aération variable..... 64
Figure 10	Évolution de la température et du débit d'aération pendant le séchage biologique des ordures ménagères broyées utilisées pour l'essai de tamisage à grande échelle..... 69
Figure 11	Évolution de la température et du débit d'aération pendant le séchage biologique de la fraction inférieure à 50 mm issue de l'essai de tamisage à grande échelle des ordures ménagères broyées ..... 70
Figure 12	Schéma du procédé de TMB proposé pour les ordures ménagères de la Ville de Montréal en fonction des essais réalisés..... 82

## RÉSUMÉ

Le Centre de recherche industrielle du Québec (CRIQ) a réalisé, pour le compte de la Ville de Montréal, un projet pilote laboratoire de valorisation énergétique des ordures ménagères. Ce projet visait à établir, à l'aide d'analyses et d'essais sur les ordures ménagères, les conditions optimales de production d'un sous-produit valorisable énergétiquement ayant les caractéristiques souhaitées par les utilisateurs potentiels (ex. : cimenteries, usines de cogénération, chaufferies, etc.). Le procédé étudié était le TMB (traitement mécano-biologique). Comme son nom l'indique, le TMB est un procédé avec une composante mécanique (broyage et tamisage) et une composante biologique (séchage biologique).

Ce projet qui s'est déroulé d'octobre 2008 à mai 2009, se voulait une étape préalable à la mise en place d'une usine pilote de TMB de 25 000 tonnes/année à la Ville de Montréal, ainsi qu'une usine à grande échelle d'une capacité potentielle de 500 000 tonnes/année.

Les travaux réalisés dans ce projet ont consisté à :

- Échantillonner et caractériser des ordures ménagères et divers rejets de centres de tri (résidus de construction, rénovation et démolition (CRD), de matières recyclables) et de centres de compostage de la Ville de Montréal;
- Déterminer le besoin de réaliser des mélanges à partir des divers types d'ordures ménagères disponibles;
- Rechercher des informations sur les caractéristiques requises pour la valorisation énergétique des combustibles produits par le TMB;
- Réaliser des essais pilotes de TMB en laboratoire et à grande échelle sur des ordures ménagères en vue de déterminer la nécessité ou non de faire le séchage biologique sur les ordures ménagères ou sur les fractions du tamisage. Il s'agissait aussi de déterminer les proportions et les caractéristiques des diverses fractions obtenues lors du tamisage des ordures ménagères;
- Rechercher et sélectionner les équipements utilisés dans les procédés de TMB et rechercher des équipementiers québécois dans ce domaine;
- Interpréter et intégrer les résultats menant à l'élaboration d'un concept de chaîne de TMB adapté aux ordures ménagères de la Ville de Montréal.

Les résultats obtenus de ces travaux ont permis de démontrer que :

- La quantité des ordures ménagères produites par foyer est de l'ordre de 11,3 kg/sem./foyer et ces ordures ont une teneur en eau d'environ 40 %;

- La catégorie des « matières compostables » représente plus de 50 % des ordures ménagères et elles ont un pouvoir calorifique intéressant (20 MJ/kg sur base sèche);
- La fraction grossière (supérieure à 100 mm) est la fraction la plus intéressante pour la valorisation énergétique. Elle représente 50 % et plus de la masse des ordures ménagères, possède une teneur en eau de 15 %, n'est pas malodorante et n'a pas besoin d'être stabilisée;
- La fraction intermédiaire (50 à 100 mm) doit être séchée et stabilisée pour envisager une valorisation comme combustible;
- La fraction fine (inférieure à 50 mm) qui représente environ 10 % de la masse des ordures ménagères et qui contient une proportion importante de matières organiques, est la fraction la plus humide et dont le pouvoir calorifique est le plus faible. Le séchage biologique permet d'abaisser sa teneur en eau à environ 20 % et en même temps de la stabiliser biologiquement. Cette fraction n'a pas besoin d'ajout d'autres intrants pour que le séchage biologique s'amorce et se fasse efficacement. La fraction fine bioséchée pourrait servir de matière de remblai dans des lieux d'enfouissement technique ou être raffinée davantage pour être valorisée comme compost.

**TABLEAU : RÉSUMÉ DES OBSERVATIONS SUR LES FRACTIONS DES ORDURES MÉNAGÈRES OBTENUES DU TMB**

TYPE DE FRACTION	PROPORTION MASSIQUE (%)	BESOIN DE SÉCHER	POUVOIR CALORIFIQUE	ODEUR	BESOIN DE STABILISER
Fraction > 100 mm	50	Non : TEE 15 %	Élevé >20 MJ/kg b. s.	Non malodorante	Non
Fraction 50 à 100 mm	20	Oui : TEE > 30 %	Moyen à élevé	Malodorante	Oui
Fraction < 50 mm	10	Oui : TEE > 40 %	Faible < 10 MJ/kg b. s.	Malodorante	Oui

b. s. : base sèche

b. h. : base humide

TEE : teneur en eau

En finalité de ce projet, les principaux éléments d'une chaîne de traitement TMB ont été définis de même que les limites et contraintes inhérentes aux ordures ménagères. Cette chaîne TMB utilise des équipements disponibles sur le marché et des fournisseurs ou équipementiers québécois possèdent de l'expertise dans ce domaine. La chaîne proposée permettrait la production de 2 fractions potentiellement valorisables comme combustible énergétique (> 100 mm et 50 à 100 mm). Ces deux fractions représenteraient près de 70 % de la masse totale des ordures ménagères. De plus, la masse des ordures ménagères non valorisables énergétiquement représenterait environ 17 % de la masse totale. Il serait également possible de valoriser près de 3 % de métaux ferreux.

Pour la valorisation énergétique d'une ou des fractions des ordures ménagères, le contenu en chlore semble être une des principales contraintes car pour ce paramètre, les critères connus de 2 cimenteries québécoises n'ont pas été rencontrés. Nous pensons que la présence de chlore dans les ordures ménagères est due à la présence de PVC (polychlorure de vinyle) qui est largement utilisé dans les emballages. De fait, pour réduire la teneur en chlore des fractions des ordures ménagères, des travaux supplémentaires devront être réalisés.

De plus, la réalisation de ce projet a soulevé les interrogations suivantes :

*Quels sont les matériaux contenant du chlore et comment les enlever?*

*Quelle est exactement la concentration et la variation en chlore contenu dans les fractions valorisables?*

*Quel impact peut avoir la variation de la composition des ordures ménagères sur les propriétés des fractions produites?*

Ainsi pour aller de l'avant avec la mise en place d'une usine, nous recommandons la réalisation d'essais pilotes avec des équipements industriels.

Toutefois, avant de réaliser des essais pilotes, nous recommandons fortement de :

*Discuter avec les cimenteries concernant leurs besoins et leurs critères d'acceptation pour utiliser des produits combustibles provenant du traitement des ordures ménagères de la Ville de Montréal et évaluer si d'autres entreprises pourraient dans le futur adapter leurs équipements pour utiliser ces combustibles.*

La prochaine étape de ce projet devra être consacrée à l'identification des sources de chlore, à l'évaluation de la variabilité des caractéristiques des ordures ménagères brutes ainsi que des diverses fractions du tamisage par la mise à l'essai d'une procédure d'échantillonnage plus élaborée (10 à 15 échantillons à la fois) ainsi qu'à l'identification des ajustements à apporter à la chaîne de traitement TMB des ordures ménagères. Ces essais seraient réalisés avec des équipements industriels.

Ces essais devraient se réaliser sur une période de temps prolongée (12 mois) de manière à avoir des données suffisamment représentatives sur la capacité des équipements sélectionnés pour la chaîne de TMB retenue et présentée dans ce rapport, à rencontrer les critères d'acceptabilité des cimenteries ou d'autres utilisateurs potentiels à valoriser énergétiquement les diverses fractions des ordures ménagères.

## 1. MISE EN CONTEXTE

Dans son plan directeur, la Ville de Montréal mentionne qu'elle désire implanter une usine de traitement mécano-biologique (TMB) des ordures ménagères issues de la collecte à trois voies résidentielles. Le TMB consiste à faire le tamisage et le broyage des ordures ménagères suivis d'un séchage biologique. Ce traitement permet d'assécher les ordures ménagères et de faciliter leur valorisation énergétique chez des tiers qui disposent déjà des installations requises (ex. : cimenteries, usine de cogénération, etc.). Le TMB permet de préparer et de fractionner les ordures ménagères de manière à pouvoir valoriser chacune des fractions à l'endroit le plus approprié selon les besoins spécifiques des utilisateurs. Le séchage biologique est basé sur les mêmes principes que le compostage, mais dans le cas du séchage, c'est seulement la phase thermophile qui est amplifiée dans le but d'assécher la matière le plus rapidement possible. Le séchage biologique n'a pas pour objectif la production de compost.

La Ville de Montréal désire mettre en place une unité pilote de TMB de 25 000 tonnes avant de construire une usine pleine grandeur d'une capacité potentielle de 500 000 tonnes. Toutefois, avant de mettre en place l'unité pilote, la Ville a confié un mandat au CRIQ afin que soient validées certaines informations par la réalisation d'essais laboratoires de TMB. Les informations recueillies à la suite de ces essais aideront la Ville dans la réalisation des prochaines étapes visant l'implantation de son usine pilote de 25 000 tonnes.

## 2. MANDAT

Le mandat consistait à fournir à la Ville de Montréal les informations nécessaires à la préparation des appels d'offres destinés aux fournisseurs de technologies de TMB (équipements). Pour ce faire, le CRIQ devait établir, à l'aide d'essais pilotes laboratoires, les conditions optimales de fonctionnement du tamisage et du séchage biologique sur les ordures ménagères de diverses provenances (issues d'une collecte à trois voies), des rejets de tamisage d'un procédé de compostage, des rejets de centres de tri de matières recyclables et des rejets de résidus de construction, rénovation, démolition (CRD). Ces conditions optimales visaient la production d'un sous-produit valorisable ayant les caractéristiques souhaitées par les utilisateurs potentiels.

Dans ce projet, des travaux ont été effectués sur le terrain (échantillonnage sur le territoire de la Ville de Montréal) et des activités ont été réalisées dans les laboratoires du CRIQ à Québec (essais pilotes laboratoire du TMB).

### **3. DESCRIPTION DES TRAVAUX**

Le projet de recherche s'est déroulé en six principales étapes :

- ❶ Échantillonnage et caractérisation des ordures ménagères et des divers rejets (centres de tri de matières recyclables, centres de tri de résidus de CRD, tamisage de compost);
- ❷ Détermination du besoin de réaliser des formulations avec divers types d'ordures ménagères;
- ❸ Recherche d'informations sur les caractéristiques des combustibles à produire par le TMB;
- ❹ Réalisation d'essais pilotes de TMB en laboratoire et à grande échelle sur des ordures ménagères;
- ❺ Recherche et sélection des équipements utilisés dans les procédés de TMB et recherche d'équipementiers québécois;
- ❻ Interprétation et intégration des résultats.

#### **3.1 ÉCHANTILLONNAGE ET CARACTÉRISATION DES ORDURES MÉNAGÈRES ET DE DIVERS TYPES DE REJETS**

Cette étape consistait à échantillonner et à caractériser des ordures ménagères provenant :

- De trois collectes résidentielles à trois voies;

et de divers types de rejets provenant :

- D'un centre de tri de matières recyclables;
- D'un centre de tri de résidus de construction, rénovation et démolition (CRD);

- D'un centre de compostage (après tamisage du compost).

Le choix des lieux d'échantillonnage a été établi en collaboration avec la Ville de Montréal. Le tableau 1 précise les sources d'approvisionnement des ordures ménagères et des divers types de rejets et le nombre d'échantillons qui ont été prélevés à chacun de ces sites.

**TABLEAU 1 PROGRAMME D'ÉCHANTILLONNAGE DES ORDURES MÉNAGÈRES ET DES DIVERS TYPES DE REJETS**

NOMBRE D'ÉCHANTILLONS	PROVENANCE DES ORDURES MÉNAGÈRES ET DES DIVERS TYPES DE REJETS	CAMPAGNE D'ÉCHANTILLONNAGE
3	Ordures ménagères de la Ville de Pointe-Claire	Octobre, novembre et décembre 2008
3	Ordures ménagères de la Ville de Westmount	Novembre (2) et décembre 2008
2	Ordures ménagères de la Ville de Côte Saint-Luc	Novembre et décembre 2008
2	Centre de tri et de récupération des matières recyclables de la Ville de Montréal	Octobre et novembre 2008
1	Centre de tri de résidus de CRD : Récupération Mélimax	Novembre 2008
1	Centre de tri de résidus de CRD : Récupération J. M. Langlois inc.	Décembre 2008
1	Site de compostage en andains de la Ville de Laval	Novembre 2008
1	Site de compostage en andains de la Ville de Victoriaville	Novembre 2008
1	Ordures ménagères de la Ville de Westmount	Février 2009
<b>15</b>		

### **3.1.1 Échantillonnage des ordures ménagères**

#### **Choix des zones échantillons**

Trois municipalités de l'Île de Montréal ayant mis en place des projets pilotes d'une collecte résidentielle à trois voies, soit Pointe-Claire, Westmount et Côte Saint-Luc, ont été ciblées comme secteurs d'échantillonnage pour le présent projet. Les projets pilotes de collecte à trois voies sont entrés en vigueur en septembre 2007 dans le secteur de Côte Saint-Luc, en mai 2008 à Westmount et en juillet 2008 à Pointe-Claire et desservent principalement des habitations unifamiliales et des habitations de 8 logements et moins (tableau 2).

Lors d'une collecte à trois voies, les matières recyclables, les matières compostables et les ordures ménagères sont collectées et gérées séparément. La fraction des ordures ménagères est celle d'intérêt pour le présent projet puisqu'actuellement, elle n'est pas valorisée.

La sélection des foyers à être échantillonnés (zones échantillons) s'est faite en trois étapes. Dans un premier temps, pour chacun des trois secteurs résidentiels à l'étude, une liste des rues et adresses civiques desservies par la collecte à trois voies a été établie. Par la suite, pour chacun des secteurs, trois rues ont été sélectionnées de façon aléatoire. Enfin, la dernière étape a consisté à sélectionner, de la même façon, pour chacune des rues sélectionnées, une suite de 10 adresses civiques consécutives à être échantillonnées. La sélection des adresses a été réalisée par un tirage au sort d'un numéro de porte. Le numéro de porte tiré correspondait à l'adresse de départ et la suite de 10 adresses a été établie à partir de celui-ci. Ainsi, pour chacun des secteurs, un échantillon d'ordures ménagères provenant d'environ 30 foyers répartis sur 3 rues différentes a été prélevé et ce, pour chacune des campagnes d'échantillonnage.

**TABLEAU 2      PORTRAIT DES SECTEURS D'ÉCHANTILLONNAGE**

SECTEUR D'ÉCHANTILLONNAGE	NOMBRE D'HABITATIONS DESSERVIES PAR LA COLLECTE À TROIS VOIES	TYPE D'HABITATIONS	JOUR DE COLLECTE DES ORDURES MÉNAGÈRES	TYPE DE CONTENANTS UTILISÉS PAR LES CITOYENS POUR DISPOSER DES ORDURES MÉNAGÈRES
Pointe-Claire	1 087	Unifamiliales et 8 logements et moins	Lundi et jeudi	Sacs ou contenants de 100 L et moins
Westmount	525	Unifamiliales et 8 logements et moins	Jeudi	Sacs ou contenants : Sacs de 25 kg et moins et contenants de 80 L et moins
Côte Saint-Luc	500 (au début du projet)	Unifamiliales et duplex	Vendredi (secteur A)	Sacs ou contenants : Sacs de 25 kg et moins et contenants de 80 L et moins

### Campagnes d'échantillonnage

En raison du court échéancier de réalisation du projet, trois périodes d'échantillonnage ont été prévues sur un intervalle de trois mois, soit d'octobre à décembre 2008 (tableau 1). Pour Côte Saint-Luc, seules deux campagnes d'échantillonnage ont été réalisées puisque des délais sont survenus avant d'obtenir l'autorisation de la Ville de Côte Saint-Luc.

La collecte municipale des ordures ménagères est effectuée à raison d'une fois par semaine pour Westmount et Côte Saint-Luc (tableau 2). Les ordures générées durant une semaine complète ont donc été collectées lors de chaque campagne d'échantillonnage pour ces deux secteurs.

Du côté de Pointe-Claire, la collecte municipale des ordures ménagères est effectuée à raison de deux fois par semaine, soit les lundis et les jeudis (tableau 2). Ainsi, les ordures ménagères produites durant une semaine ont été collectées lors de la première campagne d'échantillonnage. Toutefois, pour ce qui est des campagnes 2 et 3, seules les ordures mises à la rue le lundi ont été collectées, et ce, pour des raisons de logistique de collecte (la collecte de ordures ménagères à Westmount avait également lieu le jeudi matin).

## **Méthodologie d'échantillonnage et de caractérisation**

Les ordures ménagères collectées auprès de chaque foyer ont été pesées séparément sur une balance plateforme Toledo calibrée d'une capacité de 100 kg et ayant une précision de 0,05 kg. Par la suite, de la quantité d'ordures collectées, un sous-échantillon représentatif de 400 litres a été prélevé par la méthode des quadrants :

- Les ordures collectées ont été disposées en une pile;
- La pile a été divisée en 4 parts de taille égale;
- L'une ou l'autre des paires de quarts opposés par le centre (1<sup>er</sup> et 3<sup>e</sup> quarts ou 2<sup>e</sup> et 4<sup>e</sup> quarts) ont été retirées;
- Les étapes 1 à 3 ont été répétées jusqu'à l'obtention d'un volume de ordures ménagères de 400 litres.

La masse volumique apparente du sous-échantillon a ensuite été déterminée et celui-ci a été trié afin d'en déterminer la composition selon 12 catégories de matières :

- (1) Papier-carton
- (2) Emballages verre
- (3) Autres verres
- (4) Emballages métal et aluminium
- (5) Autres métaux
- (6) Plastiques n<sup>os</sup> 1 à 5 et n<sup>o</sup> 7
- (7) Plastique n<sup>o</sup> 6, films et autres plastiques
- (8) Matières compostables
- (9) Encombrants et résidus de construction, rénovation et démolition (CRD)
- (10) Résidus domestiques dangereux
- (11) Textile
- (12) Autres

Par la suite, le tout a été mélangé à nouveau et ce sous-échantillon a été séparé en trois fractions égales. Chacune des fractions a été broyée et analysée séparément pour les paramètres présentés au tableau 3. Les méthodes d'analyse utilisées dans ce projet sont précisées à l'annexe B.

**TABLEAU 3      PARAMÈTRES ANALYSÉS SUR LES ORDURES MÉNAGÈRES**

PARAMÈTRE
<ul style="list-style-type: none"><li>• Teneur en eau (TEE)</li><li>• Teneur en matière organique totale (MOT)</li><li>• Teneur en matière inerte</li><li>• Teneur en azote total (<math>N_{tot}</math>)</li><li>• Rapport carbone organique sur azote total (C/N)</li><li>• pH</li><li>• Taux d'assimilation en oxygène ou test d'autoéchauffement</li><li>• Pouvoir calorifique supérieur (valeur énergétique comme combustible)</li><li>• Teneur en chlorures</li><li>• Teneur en fluorures</li><li>• Teneur en soufre total</li><li>• Teneurs en hydrogène, carbone et azote</li><li>• Métaux</li><li>• Caractéristiques des cendres (identification semi-quantitative des éléments présents dans les cendres)</li></ul>

Comme il était prévu au plan de projet, à titre indicatif des analyses sur le pH, la teneur en azote et le taux d'assimilation en oxygène ont été effectuées sur quelques échantillons pour obtenir des renseignements supplémentaires sur le potentiel des ordures ménagères à être séchées de façon biologique. La teneur en chlorures, en fluorures, en soufre total, en métaux ainsi que les caractéristiques des cendres ont également été réalisées que sur quelques échantillons.

### **3.1.2      Échantillonnage des rejets non résidentiels**

Pour chacun des autres rejets, soit ceux du centre de tri de matières recyclables, du centre de compostage et des centres de tri de résidus de construction, rénovation et démolition, un total de 400 litres de résidus ont été échantillonnés à chacun des sites, caractérisés selon les mêmes 12 catégories de matières précisées précédemment (voir page 5), broyés et analysés pour les paramètres présentés au tableau 3.

### **3.2 DÉTERMINATION DU BESOIN DE RÉALISER DES FORMULATIONS AVEC LES ORDURES MÉNAGÈRES ET DIVERS TYPES DE REJETS**

Le processus de séchage biologique doit permettre d'abaisser la teneur en eau de la matière à des valeurs très basses (inférieures à 25 %) afin de faciliter le tamisage et d'augmenter la valeur calorifique des différentes fractions d'ordures ménagères asséchées. Au départ, l'hypothèse émise était que les ordures ménagères seraient trop sèches (teneur en eau inférieure à 40 %) pour que le processus de séchage biologique s'amorce sans ajouter de résidus humides.

La réalisation de test d'autoéchauffement avec des ordures ménagères de diverses provenances et avec des rejets de diverses provenances (centres de tri de matières recyclables et de centres de tri de résidus de CRD) a permis d'évaluer le besoin de réaliser des formulations avec des ordures ménagères. Ce test consiste à déposer chacun des résidus dans un réacteur isolé et de mesurer l'évolution de la température dans le temps. L'air dans les interstices des résidus provoque une réaction de compostage s'il y a de la matière organique fraîche présente dans les résidus. Ce test sert habituellement à évaluer la maturité du compost.

Aussi, pour s'assurer que les échantillons soumis au TMB rencontrent les paramètres de fonctionnement optimal du séchage biologique, il avait été prévu au départ de prendre les résultats d'analyse des ordures ménagères et des divers rejets obtenus à l'étape 3.1 et de les intégrer dans le logiciel de calcul de formulation FORCE3<sup>®</sup>. Ce logiciel développé par le CRIQ permet de réaliser des simulations de calcul sur les caractéristiques des formulations de divers intrants au compostage. Les simulations de calcul n'ont pas été nécessaires car les ordures ménagères n'avaient pas besoin d'ajout d'autres matières pour qu'il soit possible de les sécher biologiquement.

### **3.3 RECHERCHE D'INFORMATIONS SUR LES CARACTÉRISTIQUES DES COMBUSTIBLES À PRODUIRE PAR LE TMB**

Cette étape a consisté à identifier les critères d'acceptation imposés par des utilisateurs potentiels (cimenteries, usines de cogénération, etc.) d'ordures ménagères comme combustible alternatif.

Pour ce faire, des utilisateurs de ce type de combustible ont été identifiés et ont été contactés. Les besoins du marché en ce qui a trait aux combustibles résiduels, ont été définis et les caractéristiques recherchées pour ce type de produit ont été déterminées. Ces critères ont été utilisés pour évaluer le potentiel d'utilisation des ordures

ménagères comme combustible alternatif et guider le choix des équipements de traitement TMB.

Finalement, les normes d'émissions atmosphériques à rencontrer pour les sites de cogénération et les cimenteries ont été identifiées. Ces renseignements ont permis d'établir des critères pouvant limiter l'utilisation des ordures ménagères valorisées comme combustibles.

### **3.4 RÉALISATION D'ESSAIS PILOTES DE TMB EN LABORATOIRE ET À GRANDE ÉCHELLE SUR DES ORDURES MÉNAGÈRES**

Les essais ont été réalisés sur le conditionnement des ordures ménagères (broyage, tamisage, etc.) et le séchage biologique.

Les objectifs de ces essais étaient les suivants :

- Déterminer l'ordre et les étapes du conditionnement et du séchage biologique;
- Identifier les équipements nécessaires au conditionnement des ordures ménagères;
- Déterminer et valider les paramètres d'opération des différents équipements sélectionnés pour le broyage, le tamisage et le séchage biologique;
- Déterminer la répartition granulométrique des ordures ménagères brutes;
- Déterminer les propriétés des différentes fractions (non broyées).

#### **3.4.1 Essais de tamisage à petite échelle**

La majeure partie des essais pilotes laboratoires ont été réalisés sur des ordures ménagères n'ayant pas subi de broyage préalable. Cette façon de faire avait pour objectif de comprendre la nature même des ordures ménagères et de déterminer si certaines fractions granulométriques présentaient des possibilités de valorisation sans broyage. Pour ce faire, les ordures ménagères ont été libérées manuellement des sacs en ouvrant ces derniers avec un couteau.

Ainsi, suite à la collecte et à la caractérisation des ordures ménagères, un mélange de 3 m<sup>3</sup> d'ordures ménagères provenant de la deuxième campagne de caractérisation de Pointe-Claire, de Westmount et de Côte Saint-Luc a été effectué. Par la suite, ce mélange a été tamisé.

L'équipement utilisé pour réaliser la séparation granulométrique du mélange d'ordures ménagères était un tamiseur vibrant à double plateau de 915 × 1 220 mm avec un angle de 20 degrés. Les ouvertures des tamis utilisés étaient de 102, 76, 50 et 25 mm. Les photos de l'équipement sont présentées aux figures A-10 et A-11 de l'annexe A. Après le tamisage, l'aluminium, le verre et les métaux ferreux ont été retirés de chacune des fractions afin de déterminer la contribution massique de chacun de ces matériaux. Pour la fraction < 25 mm, il n'a pas été possible de séparer l'aluminium, le verre et les métaux ferreux car les particules étaient trop petites. Les paramètres présentés au tableau 4 ont été analysés pour chacune des fractions obtenues.

**TABLEAU 4                    PARAMÈTRES ANALYSÉS SUR LES FRACTIONS D'ORDURES MÉNAGÈRES TAMISÉES**

PARAMÈTRE
<ul style="list-style-type: none"><li>• Proportion massique et volumique</li><li>• Masse volumique apparente (MVA)</li><li>• Teneur en eau (TEE)</li><li>• Teneur en matière organique totale</li><li>• Teneur en azote total</li><li>• Pouvoir calorifique (valeur énergétique comme combustible)</li><li>• Teneur en chlorures <sup>(1)</sup></li><li>• Métaux (As, Cr, Hg, V, Zn, Pb, Cu, Al, Ni, etc.)</li><li>• Teneur en fluorures <sup>(1)</sup></li><li>• Teneur en soufre total <sup>(1)</sup></li><li>• Teneur en cendres totales <sup>(1)</sup></li><li>• Caractéristiques des cendres <sup>(1)</sup></li></ul>

<sup>(1)</sup> Analysées au besoin si le pouvoir calorifique est assez élevé pour représenter un intérêt pour la valorisation comme combustible

### **3.4.2                    Essais de broyage et tamisage à grande échelle**

Lors de cette étape, un essai de tamisage à grande échelle a été réalisé avec les équipements d'un fournisseur industriel afin de comparer et de valider les résultats obtenus lors des essais pilotes laboratoires. Sur les recommandations de la Ville de Montréal, les fournisseurs Groupe Aecon Québec ltée (Aecon) et Canworld Environmental Solution inc. (Canworld) ont été contactés et un protocole d'essai pour le broyage et le tamisage à grande échelle a été établi.

L'essai s'est déroulé le 19 février 2009 au Complexe Environnemental de Saint-Michel (CESM) situé à Montréal au site de la compagnie Boralex (division Sécur).

Près de 6 tonnes d'ordures ménagères de la collecte à trois voies de Westmount ont été broyées à l'aide d'un broyeur à marteaux utilisé pour le broyage du bois. Selon l'expérience d'Aecon et de Canworld, le broyeur à marteaux peut être utilisé en remplacement d'un broyeur lent adapté pour les ordures ménagères car il produit sensiblement la même distribution granulométrique, même si sa vitesse de rotation est supérieure (1 193 rpm comparativement à 30-50 rpm).

Ensuite, les ordures ménagères broyées ont été tamisées à un diamètre d'ouverture de 50 mm à l'aide d'un tamiseur à tambour rotatif. Le convoyeur d'alimentation était muni d'un électroaimant servant à enlever les métaux.

Les diverses fractions (ordures ménagères brutes, fraction supérieure à 50 mm et inférieure à 50 mm) ont été transportées au CRIQ pour la réalisation d'essais complémentaires.

Les caractéristiques des équipements de broyage et de tamisage utilisés pour l'essai à grande échelle sont présentées aux tableaux 5 et 6 et les photos aux figures A-17 à A-21 de l'annexe A.

**TABLEAU 5 CARACTÉRISTIQUES DE L'ÉQUIPEMENT DE BROYAGE  
(UTILISÉ POUR ESSAIS À GRANDE ÉCHELLE)**

CARACTÉRISTIQUE	DESCRIPTION
Type	Broyeur à marteaux pour le déchiquetage du bois
Modèle	Beaver
Moteur	600 HP
Capacité de broyage	75 tonnes métriques de bois/heure
Vitesse de rotation	1 193 rpm
Ouverture de la bouche d'alimentation	1,4 × 1,8 m
Grille	Ouvertures de 152 × 229 mm
Nombre de marteaux	20
Masse des marteaux	50 kg chacun

**TABLEAU 6 CARACTÉRISTIQUES DE L'ÉQUIPEMENT DE TAMISAGE (UTILISÉ POUR ESSAIS À GRANDE ÉCHELLE)**

CARACTÉRISTIQUE	DESCRIPTION
Type	Tamiseur à tambour rotatif
Modèle	Roto-Screen R454
Vitesse de rotation	8 à 9 rpm
Moteur	65 HP
Diamètre	1,52 m
Longueur	3,66 m
Angle du tamiseur	Environ 7°
Grattoir	« Martin Scrapper »
Ouverture du tamis	50,8 mm
Récupération des métaux ferreux	Électroaimant sur le convoyeur d'alimentation

Pour tous les essais, un bilan massique et volumique de chacune des fractions a été effectué.

### 3.4.3 Essais de séchage biologique

Tous les essais de séchage biologique ont été réalisés au CRIQ. Lors de ces essais, les divers types d'ordures ménagères ont été déposés dans des réacteurs de 65, 120 L ou de 1 m<sup>3</sup>, selon les quantités d'ordures ménagères disponibles et la taille des particules composant le résidu à tester. Ces réacteurs sont munis de parois isolées permettant de simuler le cœur d'un amas de plus grande dimension. Les figures A-1 à A-3 de l'annexe A illustrent les réacteurs qui ont été utilisés et leur configuration. Les essais de séchage biologique se sont déroulés sur une période de 3 à 6 semaines. Dans chacun de ces réacteurs, l'air est introduit par le bas dans un plénum (espace d'air) pour assurer une diffusion uniforme dans toute la masse.

Le débit d'aération a été ajusté quotidiennement pour contrôler l'évolution de la température. En effet, pour un compostage optimal, il faut maintenir la température dans la plage optimale de dégradation, soit de 50 à 60 °C. Pour maximiser le séchage biologique (l'évaporation de l'eau) deux alternatives ont été étudiées, soit :

- De maintenir le plus longtemps possible la température entre 50 et 60 °C en aérant au bon taux d'aération (aération progressive);
- De varier le débit d'aération en alternance entre un taux permettant de faire monter la température entre 50 et 60 °C et ensuite à un taux qui abaisse la température de la matière (inférieur à 30 °C). De trois à quatre séquences de bas niveau et de haut niveau d'aération ont été réalisées en fonction de la capacité de la matière à s'autoassécher, c'est-à-dire jusqu'à ce qu'il n'y ait plus aucune remontée de la température (aération variable).

Ces essais ont permis de vérifier si l'aération variable (alternance bas et haut niveau) permet un assèchement supérieur à l'aération progressive. Le tableau 7 présente les paramètres qui ont été analysés pendant ces essais de séchage biologique.

**TABLEAU 7            PARAMÈTRES SUIVIS DURANT LES ESSAIS DE SÉCHAGE BIOLOGIQUE**

PARAMÈTRE
<ul style="list-style-type: none"><li>• Température dans les réacteurs</li><li>• Débit d'aération injecté dans les réacteurs</li><li>• Masse et volume de matière</li><li>• Teneur en eau (TEE)</li><li>• Teneur en matière organique totale (MOT)</li><li>• Masse volumique apparente (MVA)</li><li>• Observations des odeurs dégagées au cours du séchage biologique</li></ul>

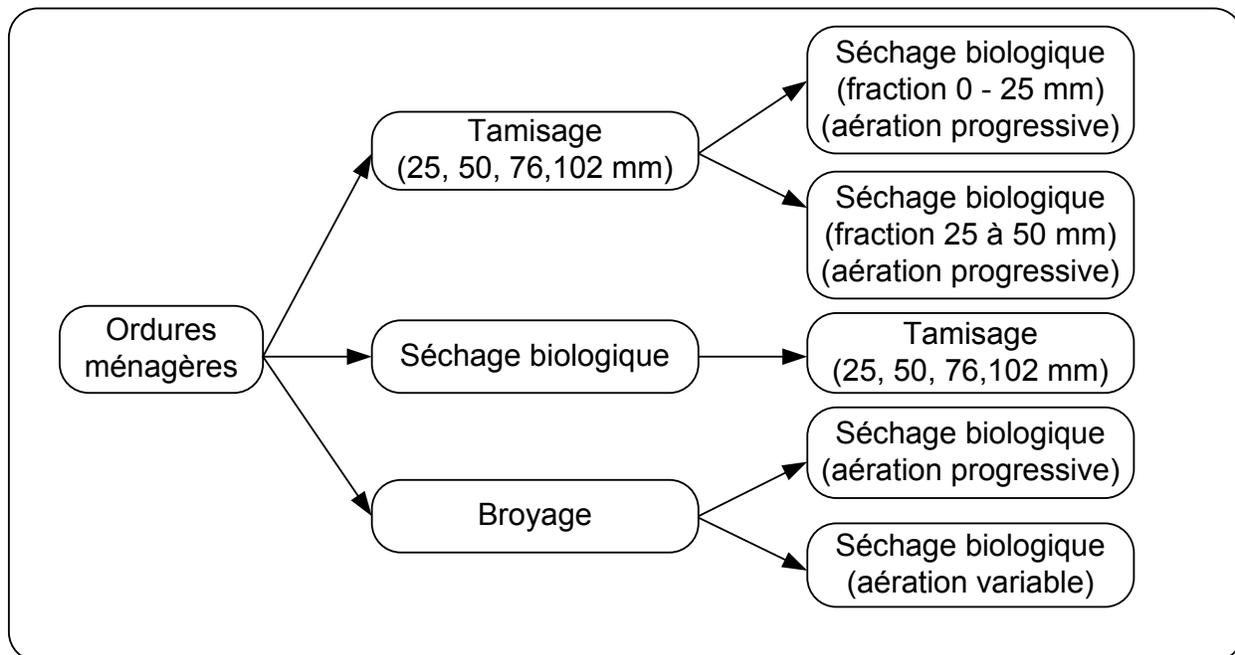
### **3.4.4 Séquence des essais de broyage, de tamisage et de séchage biologique**

Les essais de broyage, de tamisage et de séchage biologique ont été réalisés selon les quatre séquences de traitement suivantes :

- Ordures ménagères tamisées puis séchées biologiquement;
- Ordures ménagères séchées biologiquement puis tamisées;
- Ordures ménagères broyées et séchées biologiquement (aération progressive et variable);
- Ordures ménagères broyées et tamisées à grande échelle puis séchées biologiquement.

La figure 1 présente un schéma des différentes séquences de traitement testées et indique à quelle échelle ces essais ont eu lieu.

### Essais à l'échelle laboratoire



### Essai à grande échelle

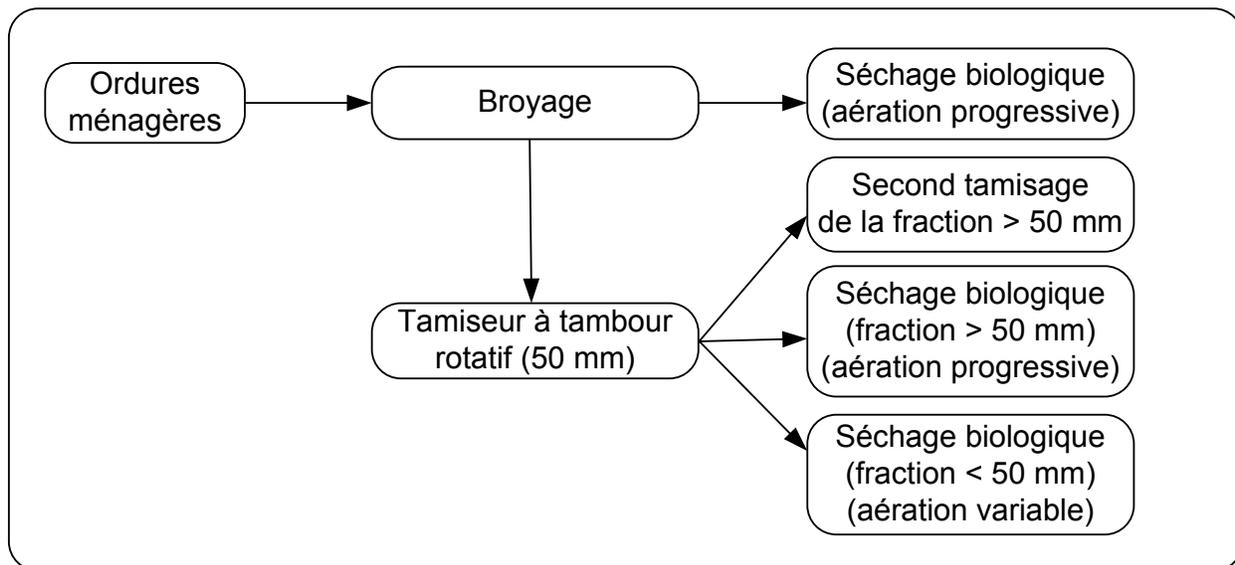


Figure 1 Séquences de traitement testées

#### **3.4.4.1 Ordures ménagères tamisées puis séchées biologiquement**

Dans un premier temps, le tamisage des ordures ménagères à petite échelle a été réalisé. Par la suite, des essais de séchage biologique ont été réalisés sur les fractions 0-25 mm et entre 25 à 50 mm. Ces fractions représentaient une possibilité de séchage biologique plus intéressante que les fractions plus grossières qui étaient plus sèches. Cet essai a été réalisé au CRIQ dans des réacteurs de 65 L du 13 janvier au 4 février 2009.

#### **3.4.4.2 Ordures ménagères séchées biologiquement puis tamisées**

Puisqu'il a été constaté que l'ajout d'autres intrants (carbonés, azotés, humides) aux ordures ménagères n'était pas nécessaire pour l'ajustement des paramètres de départ (voir section 4.2), un essai de séchage biologique a été réalisé avec le mélange des ordures ménagères des trois secteurs résidentiels. Cet essai a été réalisé au CRIQ de la mi-décembre 2008 à la fin du mois janvier 2009 dans un réacteur de 1 m<sup>3</sup>.

Les ordures ménagères asséchées ont, par la suite, été tamisées (102, 76, 50 et 25 mm). Sur les fractions > 102 mm et entre 76 à 102 mm, un tri supplémentaire a été fait. En effet, les ordures ménagères possédant 2 dimensions (papier-carton, textile, films plastique, etc.) et ceux ayant 3 dimensions (contenants, sacs pleins, etc.) ont été séparées manuellement afin de déterminer les distributions massiques et volumiques et de constater s'il existait une différence au niveau des analyses chimiques. Ce fractionnement peut en effet être réalisé par des équipements spécialisés.

#### **3.4.4.3 Ordures ménagères broyées et séchées biologiquement (aération progressive et variable)**

Un essai de séchage biologique avec les ordures ménagères broyées a été réalisé dans des réacteurs de 120 L. Cet essai visait à obtenir des données sur l'effet du broyage et de l'ouverture des sacs sur les processus de séchage biologique. L'aération progressive a été utilisée dans cet essai comme dans l'essai de la section précédente 3.4.4.2.

De plus, un second essai de séchage biologique sur les ordures ménagères broyées a été réalisé en faisant varier le débit d'aération en haut et bas niveau (aération variable). Cet essai a été réalisé dans un réacteur de 120 L. Ces résultats seront comparés avec l'essai avec aération progressive.

#### **3.4.4.4 Ordures ménagères broyées et tamisées à grande échelle puis séchées biologiquement**

Les diverses fractions générées à la suite de l'essai à grande échelle (ordures ménagères brutes, fractions < 50 mm et > 50 mm) ont été transportées au CRIQ pour la réalisation d'essais complémentaires. En effet, il a été constaté qu'il y avait beaucoup de résidus plus petits que 50 mm dans la fraction plus grande que 50 mm, démontrant que l'équipement de tamisage n'avait pas été très efficace. Afin de mesurer l'efficacité de séparation, un second tamisage de la fraction > 50 mm a été réalisé au CRIQ à l'aide du tamiseur à double plateaux. Ainsi, il a été possible de calculer la distribution granulométrique réelle.

Les essais de séchage biologique ont été réalisés dans les réacteurs de 120 L. Pour l'essai avec la fraction inférieure à 50 mm, l'aération variable a été privilégiée.

### **3.5 RECHERCHE ET SÉLECTION DES ÉQUIPEMENTS UTILISÉS DANS LES PROCÉDÉS DE TMB ET RECHERCHE D'ÉQUIPEMENTIERS QUÉBÉCOIS**

Une recherche sur les équipements utilisés pour le procédé TMB des ordures ménagères a été réalisée. Certains paramètres de fonctionnement et critères de sélection ont été déterminés pour ces équipements. Par la suite, une recherche à l'aide du service « ICRIQ.com » a permis d'identifier et de contacter les principaux fournisseurs d'équipements québécois et de connaître leur niveau d'expertise. Ainsi, cinq entreprises ont été contactées.

### **3.6 INTERPRÉTATION ET INTÉGRATION DES RÉSULTATS**

À la suite de la réalisation de l'ensemble des travaux décrits à la section 3.4, une interprétation plus globale des résultats a été réalisée pour :

- Établir le choix de la chaîne de traitement TMB;
- Déterminer les meilleures conditions pour la valorisation énergétique;
- Préciser le mode de disposition le plus approprié pour chacune des fractions;
- Déterminer les avantages et inconvénients de la chaîne TMB sélectionnée;
- Préciser les bilans de masse et volume sur un scénario à grande échelle;
- Déterminer les principaux types d'équipements à utiliser pour une usine TMB de 25 000 tonnes métriques/année;

- Faire des recommandations et déterminer les prochaines étapes à réaliser lors de la mise en place de l'usine pilote.

Les résultats de tous les essais ont servi à développer un concept de chaîne de TMB. Sans négliger l'ensemble des résultats, les pouvoirs calorifiques et les teneurs en eau ont été utilisés comme principaux critères d'évaluation de la qualité des produits générés par la chaîne de TMB.

## 4. DESCRIPTION ET ANALYSE DES RÉSULTATS

### 4.1 ÉCHANTILLONNAGE ET CARACTÉRISATION DES ORDURES MÉNAGÈRES ET DES DIVERS TYPES DE REJETS

Les résultats de la caractérisation des ordures ménagères et des divers types de rejets sont présentés dans les sections 4.1.1 et 4.1.2.

#### 4.1.1 Ordures ménagères

Un total de près de 2 283 kg d'ordures ménagères issus des collectes à trois voies résidentielles ont été recueillies au cours des trois campagnes d'échantillonnage. Puisque les ordures ménagères collectées ont été pesées séparément pour chacun des foyers, ces données permettent d'évaluer la quantité moyenne d'ordures ménagères générées par foyer, par semaine. Au tableau 8, le nombre de foyers collectés signifie le nombre de foyers de la zone échantillon ayant déposé des ordures ménagères à la rue lors de la journée d'échantillonnage.

La quantité d'ordures ménagères générées par foyer, par semaine est estimée à 12,25 kg/foyer/sem. pour le secteur de Pointe-Claire (1 seule semaine), à 10,07 kg/foyer/sem. pour le secteur de Westmount (moyenne de 3 semaines) et de 11,57 kg/foyer/sem. pour le secteur de Côte Saint-Luc (moyenne de 2 semaines), pour une moyenne globale de 11,30 kg/foyer/sem. Pour chaque campagne d'échantillonnage, la masse volumique apparente (MVA) des ordures ménagères a également été évaluée. Les valeurs de ce paramètre, présentées au tableau 8 représentent le résultat moyen, par campagne, de trois masses volumiques. La MVA moyenne des ordures ménagères est évaluée à 131 kg/m<sup>3</sup>.

La composition des ordures ménagères a été déterminée selon 12 catégories de matières. La description des catégories de matières est présentée à l'annexe C. Un total de 460,10 kg d'ordures ménagères ont été triées pour les trois secteurs afin d'en déterminer la composition, (ce qui représente 20 % des ordures totales collectées dans le cadre du projet). La composition moyenne établie pour chacun des secteurs est présentée au tableau 9 et la composition détaillée par campagne est présentée à l'annexe D.

**TABLEAU 8 QUANTITÉ D'ORDURES MÉNAGÈRES COLLECTÉES**

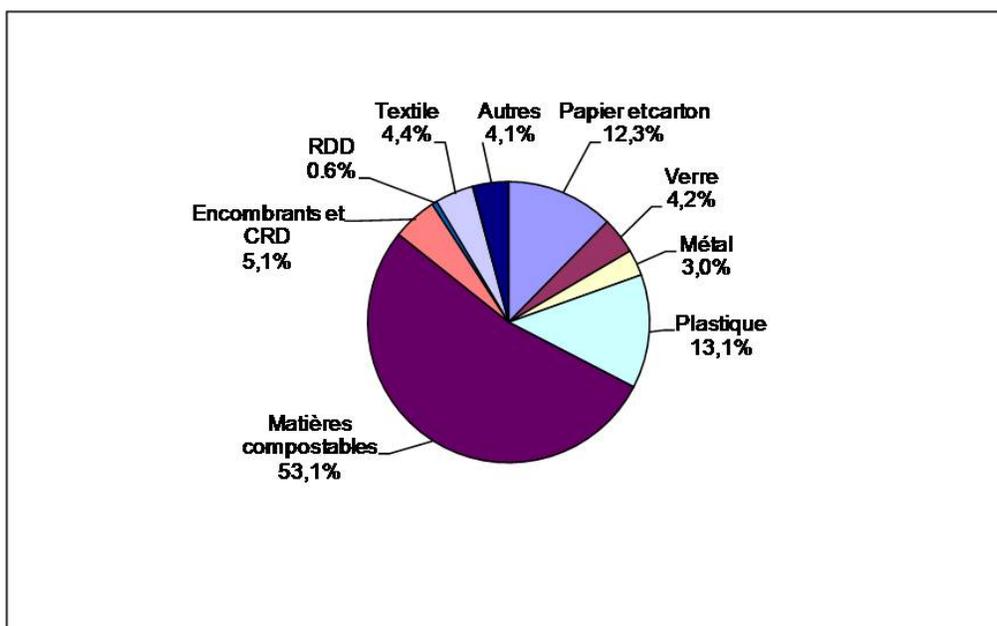
SECTEUR	DATE D'ÉCHANTILLONNAGE	NOMBRE DE FOYERS COLLECTÉS	QUANTITÉ COLLECTÉE (kg)	QUANTITÉ (kg/FOYER/SEM.)	MVA (kg/m <sup>3</sup> )
Pointe-Claire	27 et 30 octobre 2008	34	416,40	12,25	140
	10 novembre 2008	23	215,70	n. d. <sup>(1)</sup>	143
	1 <sup>er</sup> décembre 2008	20	194,55	n. d. <sup>(1)</sup>	158
	<i>moyenne</i>	26	<i>n. d.<sup>(1)</sup></i>	<i>n. d.<sup>(1)</sup></i>	147
Westmount	6 novembre 2008	30	288,50	9,62	143
	13 novembre 2008	27	318,85	11,81	121
	4 décembre 2008	29	258,65	8,92	n. d.
	<i>moyenne</i>	29	<i>288,67</i>	<i>10,07</i>	132
Côte Saint-Luc	28 novembre 2008	27	367,70	13,62	106
	5 décembre 2008	24	222,60	9,28	118
	<i>moyenne</i>	26	<i>295,15</i>	<i>11,57</i>	112
<b>MOYENNE</b>				<b>11,30<sup>(2)</sup></b>	<b>131</b>
<b>TOTAL</b>			<b>2 282,95</b>		

(1) La quantité moyenne générée par semaine ne peut être établie car, sur les deux journées de collecte par semaine, les ordures ménagères d'une seule journée ont été collectées et ce, pour 2 campagnes sur 3.

(2) Moyenne incluant la donnée de 12,25 kg/sem./foyer de la première campagne de Pointe-Claire.

Les matières se retrouvant dans la collecte des ordures ménagères sont composées en grande partie de matières compostables, soit 53,1 % du contenu. Près de 20 % des matières contenues dans la collecte des ordures ménagères sont des matières

acceptées par la collecte des matières recyclables (catégories 1, 2, 4 et 6). De ces matières potentiellement recyclables, le papier-carton compte pour 12,3 %, les emballages de verre pour 2,9 %, les emballages de métal et d'aluminium pour 2,8 % et les plastiques pour 1,8 %. La catégorie des « encombrants et résidus de CRD » représente 5,1 % des ordures ménagères collectées. Pour ce qui est de la catégorie des résidus domestiques dangereux (RDD), elle représente 0,6 %. La figure 2 présente la composition moyenne des ordures ménagères. Pour le verre, le métal et le plastique, leurs catégories respectives ont été regroupées.



**Figure 2** Composition moyenne des ordures ménagères

Afin d'évaluer la variation de la composition des ordures ménagères entre les trois secteurs, un coefficient de variation a été déterminé (écart-type/moyenne) (voir tableau 9). Cette donnée démontre que la proportion de matières compostables entre les trois secteurs varie très peu (coefficient de variation de 5 %). Parmi les autres catégories de matières se retrouvant en quantités importantes dans les ordures ménagères, soit la catégorie « papier-carton » et la catégorie « plastiques n° 6, films et autres plastiques », leur coefficient de variation respectif est de 31 % et 12 %. Certaines catégories de matières ont une plus grande variabilité entre les trois secteurs (coefficient de variation entre 63 et 109 %), mais la plupart d'entre elles se retrouvent en quantités négligeables dans les ordures ménagères.

**TABLEAU 9 COMPOSITION MOYENNE DES ORDURES MÉNAGÈRES TRIÉES POUR LES TROIS SECTEURS**

CATÉGORIE DE MATIÈRES	POINTE-CLAIRE		WESTMOUNT		CÔTE SAINT-LUC		MOYENNE		ÉCART -TYPE	COEFFICIENT DE VARIATION (%)
	MASSE (kg)	PROPORTION (%)	MASSE (kg)	PROPORTION (%)	MASSE (kg)	PROPORTION (%)	MASSE (kg)	PROPORTION (%)		
(1) Papier-carton	18,50	9,8	20,00	12,0	18,25	17,3	18,92	12,3	3,9	31
(2) Emballages verre	5,50	2,9	3,90	2,3	3,90	3,7	4,43	2,9	0,7	24
(3) Autres verres	0,50	0,3	4,35	2,6	0,70	0,7	1,85	1,2	1,3	104
(4) Emballages métal et aluminium	2,30	1,2	8,00	4,8	2,75	2,6	4,35	2,8	1,8	64
(5) Autres métaux	0,20	0,1	0,50	0,3	0,05	0,0	0,25	0,2	0,1	81
(6) Plastiques n <sup>os</sup> 1 à 5 et n <sup>o</sup> 7	3,20	1,7	2,40	1,4	2,85	2,7	2,82	1,8	0,7	36
(7) Plastique n <sup>o</sup> 6, films et autres plastiques	18,75	9,9	20,25	12,2	13,20	12,5	17,40	11,3	1,4	12
(8) Matières compostables	105,15	55,8	85,20	51,2	54,10	51,4	81,48	53,1	2,6	5
(9) Encombrants et résidus de CRD	16,50	8,8	3,45	2,1	3,70	3,5	7,88	5,1	3,5	68
(10) Résidus domestiques dangereux	0,80	0,4	0,40	0,2	1,50	1,4	0,90	0,6	0,6	109
(11) Textile	10,65	5,6	6,85	4,1	2,80	2,7	6,77	4,4	1,5	34
(12) Autres	6,50	3,4	10,95	6,6	1,50	1,4	6,32	4,1	2,6	63
<b>TOTAL</b>	<b>188,55</b>	<b>100,0</b>	<b>166,25</b>	<b>100,0</b>	<b>105,30</b>	<b>100,0</b>	<b>153,37</b>	<b>100,0</b>		

Une fois le tri complété, les échantillons d'ordures ménagères ont été broyées et analysées. Le tableau 10 présente les résultats d'analyse obtenus. À titre d'information les résultats d'analyse de métaux (Ar,Cr,Cu,Al,V,Pb, etc.) et de cendres sont présentés aux annexes E et F.

Les caractéristiques des ordures ménagères sont analysées à la section 4.2 afin de déterminer le besoin ou non d'ajouter d'autres résidus pour amorcer le séchage biologique. À la section 4.3 sont présentés les critères d'acceptabilité dans des centres qui valoriseraient énergétiquement de ce type de résidus et ces critères sont comparés aux caractéristiques des ordures ménagères brutes. À la section 4.4, les caractéristiques des fractions du tamisage et du séchage biologique sont présentées et analysées ce qui a permis de déterminer une chaîne de traitement TMB et d'émettre des recommandations.

**TABLEAU 10-A CARACTÉRISTIQUES DES ORDURES MÉNAGÈRES**

PARAMÈTRE	CAMPAGNE DE POINTE-CLAIRE				CAMPAGNE DE WESTMOUNT				CAMPAGNE DE CÔTE SAINT-LUC			MOY.	ÉCART - TYPE
	1	2	3	MOY.	1	2	3	MOY.	1	2	MOY.		
Teneur en eau (TEE) (%) (base humide)	43,4	32,1	50,3	<b>41,9</b>	46,2	34,4	35,1	<b>38,6</b>	45,2	38,6	<b>41,9</b>	<b>40,8</b>	<b>1,91</b>
Teneur en matière organique totale (MOT) (%) (base sèche)	79,2	58,2	75,6	<b>71,0</b>	61,5	57,8	62,6	<b>60,6</b>	76,7	70,3	<b>73,5</b>	<b>68,4</b>	<b>6,84</b>
Teneur en azote total (N <sub>tot</sub> ) (%) (base humide)	0,97	0,64	0,79	<b>0,80</b>	-	1,13	0,53	<b>0,83</b>	-	0,64	-	<b>0,8</b>	-
Teneur en matière inerte (cendres) (%) (base sèche)	20,9	41,8	24,4	<b>29,0</b>	38,6	42,2	37,4	<b>39,4</b>	23,3	29,7	<b>26,5</b>	<b>31,6</b>	<b>7,10</b>
Pouvoir calorifique supérieur, (MJ/kg) base sèche	20,9	n. d.	16,2	<b>18,6</b>	n. d.	n. d.	15,6	<b>15,6</b>	19,2	17,6	<b>18,4</b>	<b>17,5</b>	<b>1,68</b>
Pouvoir calorifique supérieur, (MJ/kg) tel quel	10,6	n. d.	8,5	<b>9,6</b>	n. d.	n. d.	9,0	<b>9,0</b>	9,4	9,9	<b>9,7</b>	<b>9,4</b>	<b>0,38</b>

**TABLEAU 10-B CARACTÉRISTIQUES COMPLÉMENTAIRES DES ORDURES MÉNAGÈRES (ÉCHANTILLON DE POINTE-CLAIRE)**

PARAMÈTRE	CAMPAGNE 1 DE POINTE-CLAIRE
Teneur en chlorures (mg/kg) (base sèche)	3 200/6 200
Teneur en fluorures (mg/kg) (base sèche)	79
Teneur en soufre total (%) (base sèche)	0,08
Teneur en hydrogène (%)	5,9
Teneur en carbone (%)	42

#### 4.1.2 Rejets de divers types

##### Rejets de centres de tri de matières recyclables

Un total de près de 90 kg de rejets produits par un centre de tri de matières recyclables de la Ville de Montréal ont été collectés et caractérisés au cours de deux campagnes de caractérisation. La masse volumique apparente moyenne de ces rejets a été évaluée à 73 kg/m<sup>3</sup> (moyenne de 6 valeurs).

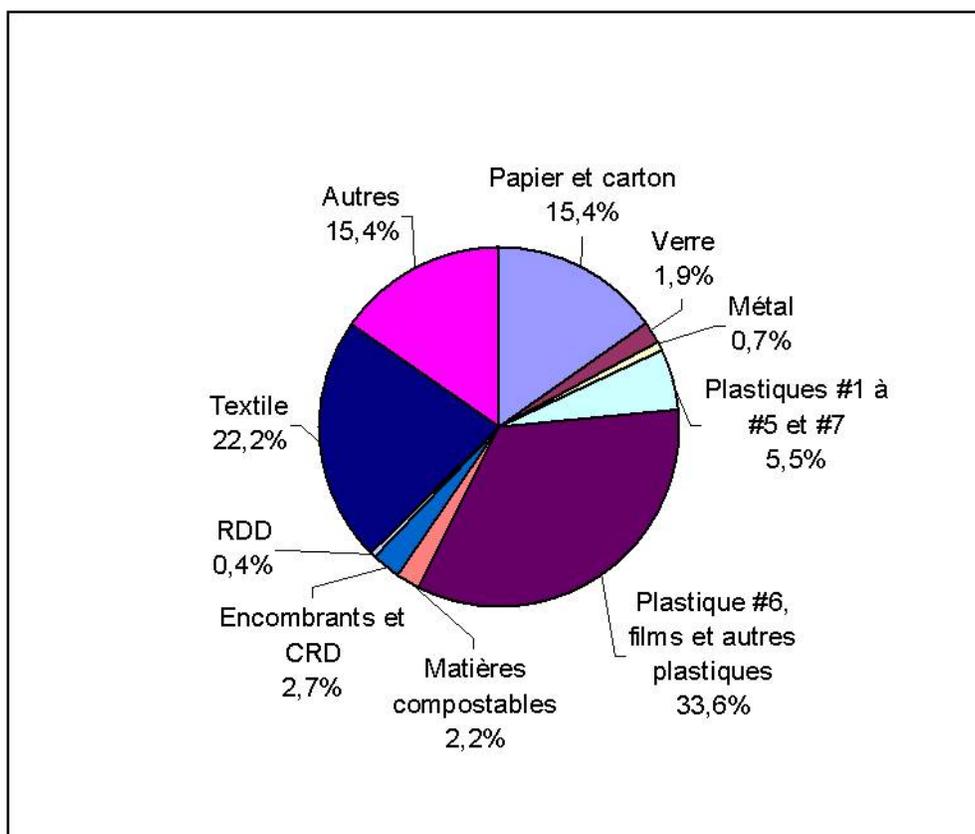
La composition des rejets a été déterminée selon les 12 catégories de matières. La composition moyenne est présentée au tableau 11. Le détail de la composition obtenue pour les 2 campagnes est présenté à l'annexe G.

**TABLEAU 11 COMPOSITION DES REJETS D'UN CENTRE DE TRI DES MATIÈRES RECYCLABLES**

CATÉGORIE DE MATIÈRES	REJET	
	MASSE (kg)	PROPORTION (%)
(1) Papier-carton	13,75	15,4
(2) Emballages verre	1,65	1,8
(3) Autres verres	0,05	0,1
(4) Emballages métal et aluminium	0,60	0,7
(5) Autres métaux	0,00	0,0
(6) Plastiques n <sup>os</sup> 1 à 5 et n <sup>o</sup> 7	4,90	5,5
(7) Plastique n <sup>o</sup> 6, films et autres plastiques	30,00	33,6
(8) Matières compostables	1,95	2,2
(9) Encombrants et résidus de CRD	2,45	2,7
(10) Résidus domestiques dangereux	0,35	0,4
(11) Textile	19,80	22,2
(12) Autres	13,70	15,4
<b>TOTAL</b>	<b>89,20</b>	<b>100,0</b>

Les matières se retrouvant dans les rejets du centre de tri des matières recyclables sont composées en grande partie (près de 34 %) de plastiques non acceptés par la collecte sélective des matières recyclables (plastique n° 6, films et autres plastiques). 23 % des matières retrouvées dans les rejets sont recyclables (papier-carton 15,4 %, emballages de verre 1,8 %, emballages de métal et d'aluminium 0,7 % et plastiques 5,5 %). Les matières compostables représentent 2,2 % des rejets collectés et le textile 22,2 %. La catégorie « autres », constituée notamment d'objets divers aptes au réemploi incluant outils, articles de maison et de sport et de toute autre matière non incluse dans les autres catégories, représente 15,4 % des rejets.

La figure 3 présente la composition moyenne des rejets du centre de tri des matières recyclables. Pour le verre et le métal, leurs catégories respectives ont été regroupées.



**Figure 3** Composition moyenne des rejets du centre de tri des matières recyclables

Une fois le tri complété, ces rejets ont été broyés et analysés. Le tableau 12 présente les résultats d'analyse obtenus. À titre d'information, les résultats d'analyse de métaux (Ar,Cr,Cu,Al,V,Pb, etc.) et de cendres sont présentés aux annexes E et F.

**TABLEAU 12 CARACTÉRISTIQUES DES REJETS DU CENTRE DE TRI DES MATIÈRES RECYCLABLES**

PARAMÈTRE	REJET DU CENTRE DE TRI DES MATIÈRES RECYCLABLES		
	CAMPAGNE 1	CAMPAGNE 2	MOYENNE
Teneur en eau (TEE) (%) (base humide)	8,0	3,5	<b>5,8</b>
Teneur en matière organique totale (MOT) (%) (base sèche)	91,6	80,2	<b>85,9</b>
Teneur en matière inerte (%) (base sèche)	8,4	19,8	<b>14,1</b>
Teneur en azote total (N <sub>tot</sub> ) (%) (base sèche)	1,25	0,48	<b>0,87</b>
Rapport carbone organique sur azote total (C/N)	36,8	83,2	<b>60,0</b>
pH	7,51	6,75	<b>7,13</b>
Taux d'assimilation en oxygène (mg O <sub>2</sub> /kg SV-h)	226	n. d.	n. d.
Pouvoir calorifique supérieur (MJ/kg) (base sèche)	23,0	22,4	<b>22,7</b>
Pouvoir calorifique supérieur, (MJ/kg) (tel quel)	21,3	19,9	<b>20,6</b>
Teneur en chlorures (%) (base sèche)	1,3	1,47	<b>1,39</b>
Teneur en fluorures (mg/kg) (base sèche)	30	< 130	n. d.
Teneur en soufre total (%) (base sèche)	0,09	0,07	<b>0,08</b>
Teneur en hydrogène (%) (base sèche)	6,1	n. d.	n. d.
Teneur en carbone (%) (base sèche)	45	n. d.	n. d.

n. d. non disponible

Les caractéristiques des rejets du centre de tri des matières recyclables présentées au tableau 12 montrent que la teneur en eau est très faible et que le taux d'assimilation en oxygène est inférieur au critère de maturité des composts de 400 mg O<sub>2</sub>/kg s.v.-h de la norme BNQ (CAN/BNQ 0413-200, 2005) faisant en sorte qu'il est inutile de les stabiliser. Le pouvoir calorifique est élevé ce qui fait en sorte que cette matière serait intéressante à valoriser énergétiquement. Toutefois, la teneur en chlore de ces rejets serait problématique (voir section 4.3).

### **Rejet de tamisage de centres de compostage**

Les rejets de deux centres de compostage ont été échantillonnés au cours du mois de novembre, soit les rejets de tamisage du centre de compostage de la Ville de Victoriaville et de la Ville de Laval. Les rejets de tamisage de la Ville de Victoriaville n'ont toutefois pas été caractérisés étant beaucoup trop humides.

Les rejets de tamisage final (après la phase de maturation) du centre de compostage en andains de Laval ont été caractérisés. Il est à noter que la collecte des matières putrescibles acheminées à ce centre est faite avec des bacs aérés de 240 L et des sacs en papier pour la collecte des résidus verts plutôt qu'en sacs.

Un total de près de 58 kg de rejets de tamisage produits par le centre de compostage de Laval ont été collectés et caractérisés. La masse volumique apparente moyenne de ces rejets a été évaluée à  $707 \text{ kg/m}^3$  (moyenne de 2 valeurs). La composition des rejets a été déterminée selon les 12 catégories de matières. La composition est présentée au tableau 13. Les matières se retrouvant dans les rejets de tamisage sont composées en majorité de matières compostables, à près de 42 % et de cailloux (mis dans la catégorie encombrants et résidus de CRD) à près de 57 %.

**TABLEAU 13 COMPOSITION DES REJETS DE TAMISAGE DU CENTRE DE COMPOSTAGE DE LA VILLE DE LAVAL**

CATÉGORIE DE MATIÈRES	REJETS DE TAMISAGE DU CENTRE DE COMPOSTAGE DE LAVAL	
	MASSE (kg)	PROPORTION (%)
(1) Papier-carton	0,10	0,2
(2) Emballages verre	0,00	0,0
(3) Autres verres	0,10	0,2
(4) Emballages métal et aluminium	0,00	0,0
(5) Autres métaux	0,10	0,0
(6) Plastiques n <sup>os</sup> 1 à 5 et n <sup>o</sup> 7	0,00	0,0
(7) Plastique n <sup>o</sup> 6, films et autres plastiques	0,30	0,5
(8) Matières compostables	24,32	41,9
(9) Encombrants et résidus de CRD	33,03	56,9
(10) Résidus domestiques dangereux	0,00	0,0
(11) Textile	0,05	0,1
(12) Autres	0,10	0,2
<b>TOTAL</b>	<b>58,10</b>	<b>100,0</b>

Une fois le tri complété, ces rejets ont été broyés et analysés. Le tableau 14 présente les résultats d'analyse obtenus.

**TABLEAU 14 CARACTÉRISTIQUES DES REJETS DU CENTRE DE COMPOSTAGE DE LA VILLE DE LAVAL**

PARAMÈTRE	REJETS DE TAMISAGE DU CENTRE DE COMPOSTAGE DE LAVAL
Teneur en eau (TEE) (%) (base humide)	41,6
Teneur en matière organique totale (MOT) (%) (base sèche)	42,4
Teneur en matière inerte (cendres) (%) (base sèche)	57,6

Les rejets du centre de compostage sont déjà stabilisés et la teneur en eau de ces rejets est similaire à celle des ordures ménagères. Pour ces raisons, les rejets de centre de compostage ne représentent pas d'intérêt à être ajoutés dans un procédé de traitement TMB des ordures ménagères que ce soit au niveau du séchage biologique ou au niveau du tamisage.

#### **Rejets de centres de tri de résidus de construction, rénovation et démolition**

Deux centres de tri de résidus de construction, rénovation et démolition ont été impliqués dans le cadre du projet, soit Recyclage Mélimax et Récupération J.M. Langlois inc.

La composition des rejets collectés au centre Recyclage Mélimax est présentée au tableau 15. Les rejets sont composés à près de 80 % de résidus de CRD. Les plastiques n° 6, films et autres plastiques constituent 9,2 % des rejets et le papier-carton 4 %. Près de 4 % des rejets sont composés de matières compostables.

**TABLEAU 15 COMPOSITION DES REJETS DU CENTRE DE TRI DE RÉSIDUS DE CRD DE RECYCLAGE MÉLIMAX**

CATÉGORIE DE MATIÈRES	REJETS DU CENTRE DE TRI DE RÉSIDUS DE CRD RECYCLAGE MÉLIMAX	
	MASSE (kg)	PROPORTION (%)
(1) Papier-carton	3,40	4,1
(2) Emballages verre	0,00	0,0
(3) Autres verres	0,05	0,1
(4) Emballages métal et aluminium	1,40	1,7
(5) Autres métaux	0,00	0,0
(6) Plastiques n <sup>os</sup> 1 à 5 et n <sup>o</sup> 7	0,75	0,9
(7) Plastique n <sup>o</sup> 6, films et autres plastiques	7,75	9,2
(8) Matières compostables	3,30	3,9
(9) Encombrants et résidus de CRD	66,89	79,7
(10) Résidus domestiques dangereux	0,00	0,0
(11) Textile	0,15	0,2
(12) Autres	0,25	0,3 %
<b>TOTAL</b>	<b>83,94</b>	<b>100,0 %</b>

Une fois le tri complété, les échantillons de rejets ont été broyés et analysés. Le tableau 16 présente les résultats d'analyse obtenus. À titre d'information, les résultats d'analyse de métaux (Ar,Cr,Cu,Al,V,Pb, etc.) et de cendres sont présentés aux annexes E et F.

**TABLEAU 16 CARACTÉRISTIQUES DES REJETS DU CENTRE DE TRI DE RÉSIDUS DE CRD DE RECYCLAGE MÉLIMAX**

PARAMÈTRE	REJETS DU CENTRE TRI DE RÉSIDUS DE CRD RECYCLAGE MÉLIMAX
Teneur en eau (TEE) (%) (base humide)	19,1
Teneur en matière organique totale (MOT) (%) (base sèche)	65,6
Teneur en matière inerte (%) (base sèche)	34,4
Teneur en azote total (N <sub>tot</sub> ) (%) (base sèche)	0,21
Rapport carbone organique/azote total (C/N)	175
pH	7,6
Pouvoir calorifique supérieur (MJ/kg) (base sèche)	15,3
Pouvoir calorifique supérieur (MJ/kg) (tel quel)	12,0
Teneur en chlorures (%) (base sèche)	1,14
Teneur en fluorures (mg/kg) (base sèche)	180
Teneur en soufre total (%) (base sèche)	1,3

Les rejets du second centre de tri de résidus de CRD participant, Récupération J.M. Langlois inc., sont tamisés et séparés en fractions afin d'être valorisés séparément. Trois fractions ont été échantillonnées afin d'être caractérisées, soit la fraction « 8 pouces et plus », la fraction « 8 pouces et moins » et celle utilisée comme recouvrement. Au total, 123,20 kg de rejets ont été caractérisés. Le tableau 17 présente la composition des rejets selon 15 catégories de matières, la catégorie « encombrants et résidus de CRD » ayant été scindée en 4 catégories de résidus de CRD, soit bardeaux d'asphalte, gypse, roche et bois.

La fraction « 8 pouces et plus » est composée à 48,4 % de bois et à 28,6 % de gypse. La fraction « 8 pouces et moins » est composée à 22,9 % de bois, à 21,8 % de plastique n° 6, films et autres plastiques et à 20,9 % de papier-carton. La fraction de recouvrement, beaucoup plus fine, est composée à 48,1 % de gypse, à 19,8 % de roche et à 12,3 % de papier-carton.

**TABLEAU 17 COMPOSITION DES REJETS DU CENTRE DE TRI DE RÉSIDUS DE CRD DE RÉCUPÉRATION J.M. LANGLOIS**

CATÉGORIE DE MATIÈRES	RÉSIDUS DE CRD 8 POUCES ET PLUS		RÉSIDUS DE CRD 8 POUCES ET MOINS		RÉSIDUS DE CRD RECouvreMENT	
	MASSE (kg)	PROPORTION (%)	MASSE (kg)	PROPORTION (%)	MASSE (kg)	PROPORTION (%)
(1) Papier-carton	0,00	0,0	14,00	20,9	0,65	12,3
(2) Emballages verre	0,10	0,2	0,00	0,0	0,00	0,0
(3) Autres verres	0,10	0,2	0,00	0,0	0,15	2,8
(4) Emballages métal et aluminium	0,00	0,0	2,30	3,4	0,00	0,0
(5) Autres métaux	0,45	0,9	0,00	0,0	0,00	0,0
(6) Plastiques n <sup>os</sup> 1 à 5 et n <sup>o</sup> 7	0,05	0,1	1,90	2,8	0,00	0,0
(7) Plastique n <sup>o</sup> 6, films et autres plastiques	1,80	3,5	14,60	21,8	0,15	2,8
(8) Matières compostables	0,90	1,8	2,15	3,2	0,10	1,9
(9) Bardeaux d'asphalte	1,05	2,1	2,10	3,1	0,10	1,9
(10) Roche	5,30	10,4	8,70	13,0	1,05	19,8
(11) Gypse	14,55	28,6	0,05	0,1	2,55	48,1
(12) Bois	24,65	48,4	15,30	22,9	0,05	0,9
(13) Résidus domestiques dangereux	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
(14) Textile	1,00	2,0	3,80	5,7	0,00	0,0
(15) Autres	1,00	2,0	2,05	3,1	0,50	9,4
<b>TOTAL</b>	<b>50,95</b>	<b>100,0</b>	<b>66,95</b>	<b>100,0</b>	<b>5,30</b>	<b>100,0</b>

Selon la composition présentée au tableau 17, seule la fraction de recouvrement n'est pas intéressante pour la valorisation énergétique.

Tout comme ceux du centre de tri de résidus de CRD de Recyclage Mélimax, ces rejets ont été analysés dans le but d'évaluer le potentiel de leur utilisation comme combustible de substitution. Le tableau 18 présente les résultats obtenus du centre de tri de résidus de CRD de Récupération J.M. Langlois.

**TABLEAU 18 CARACTÉRISTIQUES DES REJETS DE TAMISAGE DU CENTRE DE TRI DE RÉSIDUS DE CRD DE RÉCUPÉRATION J.M. LANGLOIS**

PARAMÈTRE	REJETS DU CENTRE DE TRI DES RÉSIDUS DE CRD		
	RÉSIDUS DE CRD 8 POUCES ET PLUS	RÉSIDUS DE CRD 8 POUCES ET MOINS	RÉSIDUS DE CRD RECouvreMENT
Teneur en eau (TEE) (%) (base humide)	27,4	19,3	17,1
Teneur en matière organique totale (MOT) (%) (base sèche)	76,3	60,8	13,9
Teneur en matière inerte (%) (base sèche)	23,7	39,2	86,1
Pouvoir calorifique supérieur (MJ/kg) (base sèche)	18,8	12,6	n. d.
Pouvoir calorifique supérieur (MJ/kg) (tel quel)	13,7	10,1	n. d.

n. d. non disponible

#### 4.2 DÉTERMINATION DU BESOIN DE RÉALISER DES FORMULATIONS AVEC DIVERS TYPES D'ORDURES MÉNAGÈRES

Selon M. Alain Leduc de la Ville de Montréal, les quantités des rejets des centres de tri de matières recyclables et des centres de tri des résidus de CRD seraient de beaucoup inférieures aux quantités produites par le secteur résidentiel, soit de 15 à 20 000 tonnes/année pour les centres de tri de résidus de CRD, 20 000 tonnes/année pour les centres de tri de matières recyclables et 500 000 tonnes/année pour les ordures ménagères. Le mélange des rejets des résidus de CRD ou de centres de tri de matières recyclables aux ordures ménagères n'apparaît pas être intéressant étant donné la très grande quantité de ces derniers.

La teneur en eau des ordures ménagères est d'environ 40 % (33 à 46 %), le contenu en matière organique totale d'environ 70 % (55 à 80 %) et le rapport C/N de 30. Ces caractéristiques sont très intéressantes pour le séchage biologique. De plus, les ordures ménagères présentent une bonne porosité qui facilitera l'aération pendant le séchage biologique.

#### **4.2.1 Test d'auto-échauffement**

À la figure 4 sont présentés les résultats des tests d'auto-échauffement. Ces tests ont été effectués avec les ordures ménagères du premier échantillonnage des secteurs de Pointe-Claire, de Westmount, de Côte Saint-Luc ainsi que des rejets des centres de tri des matières recyclables et des résidus de CRD.

Pour les ordures ménagères, on constate une augmentation rapide et importante de la température (supérieure à 60 °C) attribuable à l'activité biologique caractéristique d'une matière organique fraîche. Il n'a pas été possible de déterminer pourquoi il y a eu une différence au niveau de l'évolution de la température entre les ordures ménagères de Westmount et de Côte Saint-Luc.

En ce qui concerne les rejets des centres de tri des matières recyclables et de résidus de CRD, ceux-ci ont présenté une hausse de température beaucoup moins importante, étant beaucoup plus secs (centre de tri des matières recyclables : TEE inférieure à 10 % et résidus de CRD : TEE d'environ 25 %). On constate que les rejets des centres de tri de matières recyclables et de résidus de CRD ne peuvent contribuer à améliorer le séchage biologique des ordures ménagères. Quant aux rejets de centres de compostage, ils ne représentent pas d'intérêt pour le séchage biologique puisqu'ils sont humides (TEE > 40 %) et stabilisés.

Les résultats des tests d'autoéchauffement et les analyses ont montré qu'il n'était aucunement nécessaire de faire des mélanges de divers intrants pour amorcer le séchage biologique. L'ajout d'autres matières aux ordures ménagères n'est pas utile au séchage biologique. Il n'a donc pas été requis de faire les calculs de formulation initialement prévus au projet. Toutefois, il faut mentionner que les rejets des centres de tri de matières recyclables et de résidus de CRD représentent quand même un intérêt pour la valorisation comme combustible.

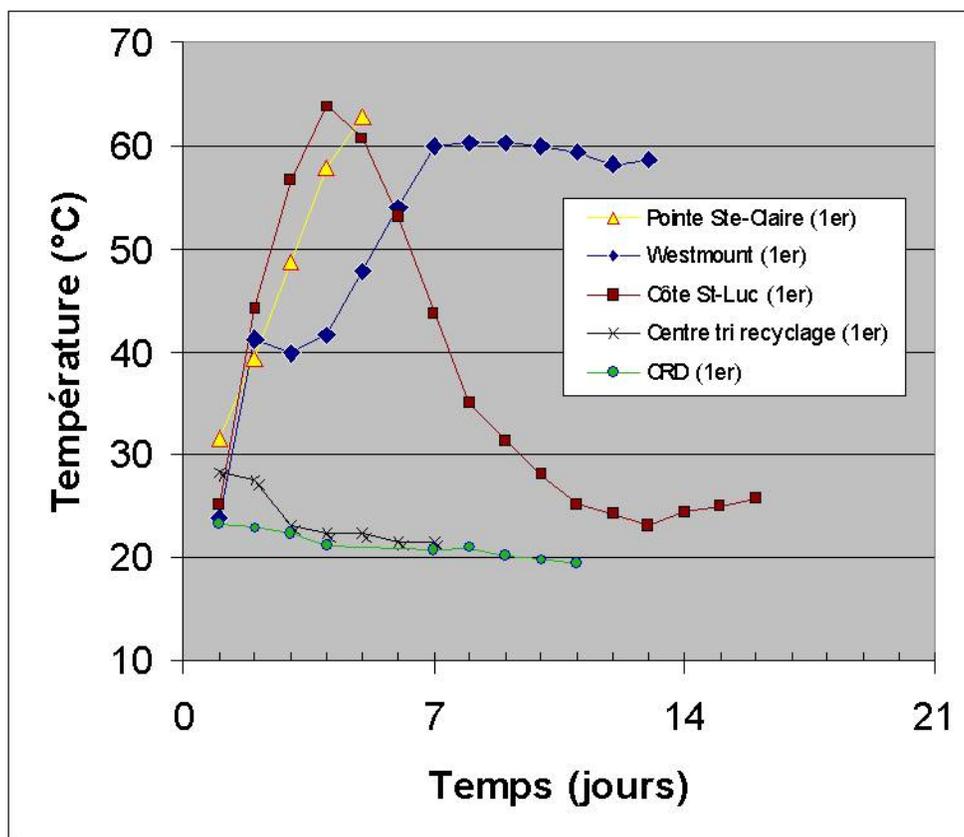


Figure 4 Évolution de la température durant le test d'autoéchauffement des ordures ménagères de chacun des trois secteurs ainsi que des rejets des centres de tri (de matières recyclables et de résidus de CRD)

#### 4.3 RECHERCHE D'INFORMATION SUR LES CARACTÉRISTIQUES DES COMBUSTIBLES À PRODUIRE PAR LE TMB

Le TMB permet de retirer les éléments recyclables du flux d'ordures ménagères (tels que les métaux, les plastiques, le carton et le verre) ou de les traiter de manière à produire un combustible à haute valeur calorifique nommé combustible dérivé des ordures ménagères ou cocombustible solide de récupération (CSR) (RDF en anglais). Ce dernier peut être utilisé dans les fours des cimenteries, les centrales électriques ou les usines de cogénération.

Un des objectifs de la présente étude était de faire une recherche d'informations sur les critères d'acceptation de ce type de combustible par des utilisateurs potentiels.

#### **4.3.1 Critères d'acceptation d'un combustible dérivé des ordures ménagères**

L'utilisation de CSR comme combustible de substitution est très répandue en Europe. Cette forte popularité est due à la réglementation (directive 1999/31CE relative à la mise en décharge des déchets) qui oblige les États membres à se pencher vers des technologies qui permettent de détourner les déchets de leur destination ultime qui est l'enfouissement. La France a retenu l'incinération. Par contre, plusieurs autres états européens ont choisi de développer des technologies alternatives comme le TMB qui permet de réduire les quantités de déchets biodégradables enfouis et de valoriser les matières à haute valeur énergétique.

En Allemagne et en Autriche, la réglementation impose en plus un seuil maximal en carbone organique total (COT) de 5 % à l'entrée de la décharge, ce qui explique le fort développement des TMB dans ces pays. Les combustibles alternatifs (ou combustible de substitution) représentent une source d'énergie qui est de plus en plus utilisée dans des installations de traitement thermique. Toutefois, il est important de noter que tous les combustibles de substitution issus de déchets sont et demeurent des déchets jusqu'à leur complète valorisation ou élimination et ce, quel que soit le procédé de traitement auquel ils sont destinés (selon la définition européenne). Le projet de la norme européenne CEN définit les combustibles solides de récupération comme « combustibles solides préparés à partir de déchets non dangereux, utilisés pour la valorisation énergétique dans des installations d'incinération et de co-incinération et conformes aux exigences de classification et de spécification de la norme expérimentale CEN/TS 15359 ». On entend par « préparés » : traités, homogénéisés et améliorés jusqu'à un niveau de qualité suffisant permettant un échange commercial.

L'utilisation de ce type de combustibles n'est pas encore normalisée et uniformisée partout en Europe. Les spécifications changent d'un pays à l'autre selon les exigences technico-économiques, environnementales et de qualité des CSR comme combustible.

Selon les informations recueillies, la norme européenne appliquée à la qualité de CSR et les méthodes d'analyse appropriées pour ce type de combustibles ne seront disponibles qu'à partir de 2010.

Néanmoins, l'Organisation européenne "The European Association of Thermal Treatment Companies for Specialised Wastes" a publié des critères d'acceptation des CSR produits par TMB pour les cimenteries, bien qu'ils aient été critiqués comme trop rigoureux par l'industrie de ciment européenne. Ces critères sont présentés au tableau 19.

**TABLEAU 19 SPÉCIFICATIONS COURANTES DES CIMENTERIES (EUROPÉENNES) POUR CSR**

PARAMÈTRE	UNITÉ (BASE SÈCHE)	LIMITE D'ACCEPTATION
Pouvoir calorifique	MJ/kg	15
Teneur en eau	%	n. s. <sup>(1)</sup>
Azote	%	0,7
Soufre	%	0,4
Fluor	%	0,1
Chlore	%	0,5
Br/I (brome/iode)	%	0,01
Arsenic	mg/kg	10
Béryllium (Be)	mg/kg	1
Cadmium (Cd)	mg/kg	10
Mercure /Thallium (Hg/Tl)	mg/kg	2
Sélénium (Se)	mg/kg	10
Antimoine (Sb)	mg/kg	10
Molybdène (Mo)	mg/kg	20
Zinc (Zn)	mg/kg	500
Autres métaux <sup>(2)</sup>	mg/kg	200
Teneur en cendres <sup>(3)</sup>	%	5

<sup>(1)</sup> non spécifié

<sup>(2)</sup> Vanadium (V), Chrome (Cr), Cobalt (Co), Nickel (Ni), Cuivre (Cu), Plomb Pb, Manganèse (Mn), Étain (Sn).

<sup>(3)</sup> Excluant le calcium (Ca), l'aluminium (Al), le fer (Fe) et le silicium (Si).

Source: WRc, Refuse Derived Fuel, Current Practice and Perspectives, Juillet 2003. Annexe C "MTB: A Guide for Decision Markers – Processes, Policies & Markets", Juniper Consultancy Services Ltd. 2005

La production et l'utilisation des CSR sont très développées en Allemagne. Dans ce pays, l'obtention d'un logo de certification ("Certification Label") implique une série de contrôle et des exigences auxquelles les producteurs doivent se conformer. L'organisation appelée « RAL GZ » définit les spécifications requises pour les producteurs de CSR et elle spécifie des concentrations maximales acceptables des métaux lourds et d'autres paramètres comme le pouvoir calorifique, la teneur en eau, les teneurs en cendres et en chlore. Les compagnies productrices de CSR par TMB croient que cette certification aboutira à une meilleure perception du marché et à l'augmentation des occasions commerciales.

La norme expérimentale XP CEN/TS 15359 « Combustibles solides de récupération » donne aussi les spécifications et les classes pour ce type de combustibles. Leur système de classification est établi selon le pouvoir calorifique, la teneur en chlore et en mercure. Un exemple de classification est présenté au tableau 20.

**TABLEAU 20 CLASSIFICATION DE CSR EN FONCTION DE LA TENEUR EN CHLORE**

PROPRIÉTÉ DE CLASSIFICATION	MESURE STATISTIQUE	UNITÉ	CLASSE				
			1	2	3	4	5
Chlore (Cl)	Moyenne	% (base sèche)	< 0,2	< 0,6	< 1,0	< 1,5	< 3

Dans le but d'évaluer la possibilité d'utilisation des déchets ultimes de la Ville de Montréal comme combustibles alternatifs, un certain nombre d'entreprises ont été contactées. Parmi ces entreprises, ont été priorisés celles qui utilisent déjà des matières résiduelles comme combustible dans leur système de production telles que les cimenteries. Nous avons contacté aussi des compagnies de cogénération comme Boralex, des usines de pâtes et papier, des producteurs de chaudières, et d'autres compagnies comme Dalkia qui alimente un des systèmes de chauffage de la Ville de Montréal. Le tableau 21 présente les entreprises et les personnes contactées.

**TABLEAU 21 LISTE DES ENTREPRISES CONTACTÉES POUR LA VALORISATION DES CSR**

NOM DE L'ENTREPRISE	NOM DU CONTACT	TYPE DE COMBUSTIBLES UTILISÉS ACTUELLEMENT
Dalkia	Jacques Guertin 514 954-1983	Gaz naturel
Holcim (Ciment St-Laurent)	Réjeanne Goyette 450 651-1117 poste 6344	Plusieurs sources énergétiques
Ciment Lafarge Canada	Guy Désautels 450 522-0903	Plusieurs sources énergétiques
Boralex	Mario Dugas 819 363-5832	Biomasses
	Pierre Boulet 819 363-6326	Projet pilote (gazéification)
Cascades Carton-Plat Montréal Cascades Rolland St-Jérôme	Francis Clerc Michel Labonté	Électricité
Groupe énergie Cascades	Antoine Baril (819) 363-5957	Projet pilot (gazéification)
Kruger LaSalle	Normand Corneau	Gaz naturel

Le représentant de la compagnie « Dalkia », M. Jacques Guertin a démontré beaucoup d'intérêt pour les ordures ménagères. Cependant, il ne pouvait pas fournir de critères d'acceptation des CSR pour son unité thermique, parce qu'il utilise présentement du gaz naturel pour alimenter ses 4 chaudières (type « Volcano »).

Plusieurs compagnies du groupe Cascades dont « Cascades Rolland St-Jérôme » et « Cascades Carton-Plat Montréal » qui utilisent présentement l'électricité pour leur installation et qui ne prévoient pas employer d'autres combustibles ont été contactées. Toutefois, nous avons appris que l'entreprise Cascades avait un projet pilote de gazéification en commun avec la compagnie Boralex. La gazéification permet de transformer des déchets de diverses origines en gaz ou en gaz de synthèse. Ces gaz pourraient être utilisés directement pour produire de l'électricité dans des turbines à gaz. Pour avoir plus de détails sur ce projet et sur le procédé, nous avons contacté la

compagnie Boralex. M. Pierre Boulet de Boralex a expliqué que la technologie de gazéification utilisée a été achetée et que le projet est en phase d'essai et d'ajustements. La capacité de traitement de cette première unité pilote de gazéification est de 3 tonnes/heure. Le but principal de cette unité consiste à valoriser les résidus générés par les deux compagnies (Boralex et Cascades); il ne prévoit pas à court terme prendre d'autres types de résidus. Le responsable du projet (M. Boulet), tenu par la confidentialité du projet, n'a pas pu nous fournir d'autres informations relatives aux types de combustibles solides pouvant être utilisés dans leur installation. Il a, par ailleurs, précisé qu'il faut minimiser la teneur en chlore et réduire les dimensions des particules à 100 mm (4 po) et moins. M. Boulet considère que les ordures ménagères municipales demeurent des déchets et que pour les accepter comme combustibles alternatifs, il faut que la Ville paie des frais dont le montant serait déterminé en fonction des dépenses reliées à leur utilisation dans l'usine. Dans les installations actuelles d'usine pilote, il n'y a pas de système d'épuration des gaz de combustion. Toutefois, il pourrait être intégré dans le futur. Même si présentement ils ne sont pas intéressés par l'utilisation d'autres matières résiduelles, la porte est ouverte pour d'autres unités semblables qu'ils projettent construire dans le futur. M. Boulet a précisé que Boralex serait probablement intéressée à faire des essais avec la fraction obtenue par le TMB des ordures ménagères de la Ville de Montréal, mais il n'a pas indiqué dans combien de temps.

Deux entreprises de la compagnie Kruger (Kruger LaSalle et Kruger Montréal) ont aussi été contactées afin de connaître leur intérêt à utiliser les CSR comme combustible dans leurs installations. Celles-ci n'ont pas démontré d'intérêt.

Après avoir contacté plusieurs intervenants et suite à la lecture de rapports techniques et de publications sur l'utilisation de ce type de combustibles, il a été possible de constater que les installations adaptées à valoriser les ordures ménagères comme combustibles, sont celles qui sont conçues pour la production de chaleur ou d'électricité à partir du charbon ou les installations spécialement conçues pour ce type de résidus ainsi que les cimenteries. Ces dernières, utilisant une grande variété de résidus, sont en mesure de porter un jugement plus constructif sur la possibilité d'utilisation des ordures ménagères comme combustibles alternatifs.

En effet, au Canada et au Québec, les cimenteries utilisent déjà diverses matières résiduelles (pneus, plastiques, résidus du bois etc.), tout en imposant leurs critères d'acceptation. Pour s'informer sur ces critères, les deux plus grandes cimenteries au Québec, soit Ciment St-Laurent (Holcim) et Ciment Lafarge Canada ont été contactées.

Présentement, Ciment Lafarge Canada effectue une étude sur l'utilisation des résidus de construction, rénovation et démolition (CRD) comme combustible résiduel de substitution. Cette étude n'est pas encore terminée, mais le représentant de la compagnie nous a fourni quelques informations concernant les paramètres recherchés pour ce type de combustible. Pour Lafarge, le résidu doit avoir un pouvoir calorifique supérieur ou égal à 18 MJ/kg, une teneur en eau entre 10 et 15 % et une teneur en chlorures (Cl) inférieure à 0,15 %. Il a précisé aussi que les dimensions des particules sont très importantes. En effet, les particules à 2-dimensions, doivent être inférieures à 30 mm, tandis que les particules à 3-dimensions ne doivent pas dépasser 10 mm. Selon les informations fournies par Ciment Lafarge Canada, les tests de catégorisation ont montré que les résidus de CRD sont constitués d'environ 80 % de bois, 6 % de tissus et de plastiques en petite quantité. Le résidu est préalablement trié. Le PVC est enlevé à la source pour éviter la contamination au chlore. Nous avons aussi reçu les spécifications de combustibles alternatifs avec les paramètres à mesurer (voir annexe J). Dans le cas de la cimenterie Lafarge, M. Desautels a mentionné que si le résidu répondait à leurs critères d'acceptation (pas de PVC, teneur en chlore < 0,15 %, humidité < 15 % et composition constante), il pourrait les prendre et les utiliser à condition que la Ville de Montréal paie environ 20 à 25 \$ la tonne. Ce coût est nécessaire pour couvrir les frais reliés aux infrastructures qu'il faut mettre en place pour pouvoir utiliser cette matière dans leur procédé.

Finalement, M<sup>me</sup> Réjeanne Goyette, la représentante technico-commerciale des matières et combustibles alternatifs de Ciment St-Laurent (Holcim), nous a fait parvenir un tableau intitulé « Fiche de spécifications du valorisateur ». Selon ce tableau, les résidus valorisables ne doivent contenir aucun :

- Déchet anatomique d'hôpitaux;
- Déchet contenant de l'amiante;
- Déchet biologiquement dangereux;
- Déchet d'appareils électroniques;
- Déchet à haute concentration en cyanures;
- Déchet radioactif;
- Déchet ménager non trié;
- Acides minéraux;
- Piles entières;
- Explosifs.

Le tableau 22 présente les critères d'acceptation aux résidus utilisés comme combustibles dans les cimenteries de la compagnie Holcim.

**TABLEAU 22 LIMITES D'ACCEPTATION DES RÉSIDUS UTILISÉS COMME COMBUSTIBLES DANS LES CIMENTERIES DE LA COMPAGNIE HOLCIM**

CLASSE	SUBSTANCE	LIMITE (mg/kg) (BASE SÈCHE)
Classe I	Antimoine	200
	Cuivre	500
	Plomb	100
	Manganèse	300
	Vanadium	300
	Zinc	500
Classe II	Arsenic	379
	Chrome	443
	Cobalt	200
	Nickel	100
	Sélénium	5
	Tellure	50
Classe III	Cadmium	5
	Mercure	2
	Thallium	50
Autres	Chlore, %	0,05
	Soufre, %	2,0
	BPC	50
	Halogènes organiques totaux	1 500

La valeur calorifique minimale exigée pour les résidus est de 12,8 MJ/kg avec une teneur en eau qui ne doit pas dépasser 10 % et une granulométrie des matières valorisables comprise entre 12 mm et 10 mm (100 % inférieure à 12 mm et 80 % inférieure à 10 mm).

L'ensemble des critères ainsi répertoriés ont été utilisés pour évaluer le potentiel d'utilisation des ordures ménagères comme combustibles alternatifs et faire le choix de traitement TMB approprié.

#### 4.3.2 Respect des résultats d'analyse des ordures ménagères brutes en lien avec les critères d'acceptation

Le tableau 23 présente les résultats d'analyse d'un échantillon d'ordures ménagères brutes (du secteur Pointe-Claire), de deux échantillons d'un centre de tri des matières recyclables et d'un échantillon d'un centre de résidus de CRD. Ce tableau montre que la quantité de chlore dans les ordures ménagères est supérieure aux critères

d'acceptation. De plus, la présence de chlore est encore plus importante dans les rejets des centres de tri des matières recyclables et de résidus de CRD. Même si les rejets du centre de tri des matières recyclables possèdent une valeur calorifique très intéressante et une teneur en eau très faible, il serait à notre avis désavantageux de les ajouter aux ordures ménagères étant donné leur teneur en chlore élevée.

**TABLEAU 23 RÉSULTATS DES ANALYSES CHIMIQUES DES DIVERSES ORDURES MÉNAGÈRES AINSI QUE DE DIVERS REJETS**

PARAMÈTRE	ORDURES MÉNAGÈRES POINTE-CLAIRE	REJETS			CRITÈRE D'ACCEPTATION			
		CENTRE DE TRI DE MATIÈRES RECYCLES	CENTRE DE TRI DE RÉSIDUS DE CRD	CENTRE DE TRI DE MATIÈRES RECYCLES	BELGIQUE *	ANGLETERRE *	HOLCIM*	CIMENT LAFARGE *
Antimoine (Sb) (mg/kg) (base sèche)	3,8	2,3	< 0,5	13	10	< 50	200	
Arsenic (As) (mg/kg) (base sèche)	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	10	< 50	379	
Cadmium (Cd) (mg/kg) (base sèche)	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1,4	10		5	
Chrome (Cr) (mg/kg) (base sèche)	13	10	9	39		< 200	443	
Cobalt (Co) (mg/kg) (base sèche)	< 1	1	2	< 1		< 100	200	
Cuivre (Cu) (mg/kg) (base sèche)	620	75	22	580		< 600	500	
Halogènes totaux								
– en fluor (mg/kg) (base sèche)	79	30	180	< 130	1 000	5 000		
– en chlore (mg/kg) (base sèche)	3 200/6 200	13 000	11 400	14 700	< 5 000	< 20 000	500	1 500
Manganèse (Mn) (mg/kg) (base sèche)	740	52	95	53		< 250	300	
Mercure (Hg) (mg/kg) (base sèche)	0,08	0,13	0,17	0,08		< 20	2	
Nickel (Ni) (mg/kg) (base sèche)	5	< 2	10	2		< 50	100	
Plomb (Pb) (mg/kg) (base sèche)	170	12	54	56		< 500	100	
Sélénium (Se) (mg/kg) (base sèche)	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	10		5	
Soufre total (mg/kg) (base sèche)	800	900	13 000	700	4 000	3 000	20 000	
Thallium (Tl) (mg/kg) (base sèche)	< 5	< 5	< 5	< 5			50	
Vanadium (V) (mg/kg) (base sèche)	< 5	< 5	30	< 5		< 50	300	
Zinc (Zn) (mg/kg) (base sèche)	310	360	150	160	500		500	
Halogènes organiques totaux								
– en chlore (mg/kg) (base sèche)	590	640					1 500	
Pouvoir calorifique (MJ/kg) (base sèche)	21,1	24,0	15,3	22,4				
Pouvoir calorifique, (MJ/kg) (tel quel)	11	22,4	11	19,9	15 **	23-29 **	12,8 min.	18 min.
Teneur en eau (%) (base humide)	43,6	6,3	18,7	4,5			< 10	< 15
Sb+As+Cr+Co+Cu+Pb+Mn+Ni+Sn+V (mg/kg) (base sèche)	1 558	171	232	764		< 1 800		
V+Cr+Co+Ni+Cu+Pb+Mn+Sn (mg/kg) (base sèche)	1 554	168	231	750	200			
Cendres (%) (base sèche)	18,1	9,5	26,7	20,9	5	n. s.	n. s.	n. s.

\*Cirières d'acceptation des CSR dans des cimenteries

\*\* Teneur en eau non spécifiée

n. s. non spécifié

### **4.3.3 Règlementation environnementale au Québec sur les émissions dues à l'utilisation de la matière résiduelle à des fins énergétiques**

Afin d'obtenir l'information concernant les réglementations environnementales imposées au Québec sur l'utilisation des ordures ménagères comme combustible, nous avons contacté M<sup>me</sup> Suzanne Burelle du ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec (MDDEP). Elle nous a précisé que tous les équipements d'incinération (destruction thermique) sont régis par le Règlement sur l'enfouissement et l'incinération des matières résiduelles (REIMR), lorsqu'ils sont utilisés pour incinérer au moins l'une des matières résiduelles comme les ordures ménagères ayant fait l'objet d'une collecte par une municipalité ou pour le compte de celle-ci. De plus, l'article 2r. du Règlement sur l'évaluation et l'examen des impacts sur l'environnement (REEIE) est assujéti à la procédure « construction d'une installation d'incinération régie par le chapitre III du Règlement sur l'enfouissement et l'incinération de matière résiduelles (D.451-2005,05-05-11), d'une capacité de 2 tonnes métriques par heure ou plus... ». Dans chaque cas précis, des démarches auprès du Ministère doivent être effectuées pour préparer le dossier pour obtenir le certificat d'autorisation pour l'utilisation de ce type de combustible.

Donc, dans le cas où la matière résiduelle est utilisée à des fins énergétiques, le Règlement sur l'enfouissement et l'incinération des matières résiduelles (c.Q-2,r.6.02) doit être appliqué. Ce règlement détermine les normes d'émissions atmosphériques générées par l'utilisation des résidus comme combustibles. Selon ces règlements, les installations utilisant les déchets comme combustibles ne doivent pas émettre dans l'atmosphère des gaz de combustion contenant :

- plus de 20 mg/m<sup>3</sup> de particules lorsqu'elles ont une capacité nominale égale ou supérieure à une tonne/heure, ou plus de 50 mg/m<sup>3</sup> de particules lorsqu'elles ont une capacité inférieure;
- plus de 50 mg/m<sup>3</sup> de chlorure d'hydrogène; cette valeur limite peut être dépassée, sans excéder toutefois 100 mg/m<sup>3</sup>, dans le cas d'une installation ayant une capacité nominale inférieure à 1 tonne/heure;
- selon une moyenne arithmétique, plus de 57 mg/m<sup>3</sup> de CO pour l'ensemble des mesures effectuées pendant une période de 4 heures;
- plus de 0,08 ng/m<sup>3</sup> de polychlorodibensofuranes et de polychlorodibenzo(b,e)1,4 dioxines; le calcul de la concentration de ces contaminants est obtenu par l'addition de la concentration de chacun des congénères mentionnés à l'annexe J du même règlement, laquelle est multipliée par le facteur d'équivalence de toxicité établi dans cette annexe;

- plus de 20 µg/m<sup>3</sup> de Hg ou s'il s'agit d'une installation où ne sont incinérées que des boues visées au paragr. 2 de l'article 121 du même règlement, plus de 70 µg/m<sup>3</sup> de mercure.

La fréquence d'échantillonnage dépend de la capacité nominale d'incinération. Pour des installations de capacité inférieure à 1 tonne/heure, l'échantillonnage de gaz de combustion doit être effectué au minimum une fois aux trois ans. Toutefois, dans le cas des installations d'incinération de capacité nominale égale ou supérieure à 1 tonne/heure, l'échantillonnage doit être réalisé au moins une fois par année à raison de trois échantillons par campagne afin de mesurer les paramètres mentionnés à l'article 130.

L'échantillonnage des gaz doit être effectué conformément aux méthodes décrites dans le cahier n° 4 du Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales publié par le MDDEP. Les analyses doivent être effectuées par des laboratoires accrédités par le Ministère en vertu de l'article 118.6 de la Loi sur la qualité de l'environnement (L.R.Q.,c.Q-2).

Au niveau fédéral, le Conseil Canadien des Ministres de l'Environnement (CCME) favorise la collaboration et la coordination dans les dossiers intergouvernementaux comme la gestion des déchets, la pollution atmosphérique et les produits chimiques toxiques. Le CCME a établi des critères concernant les émissions produites par les fours à ciment qui utilisent des résidus comme combustibles. Ces critères, selon M<sup>me</sup> Goyette de Holcim, sont toujours utilisés par le ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP) pour évaluer les demandes de certificats d'autorisation des cimenteries. Les cimenteries se basent à leur tour sur ces critères pour estimer leurs émissions et de s'assurer de la qualité du ciment fabriqué. Le sommaire des critères est présenté à l'annexe J.

#### **4.4 RÉALISATION D'ESSAIS PILOTES DE TMB EN LABORATOIRE ET À GRANDE ÉCHELLE SUR DES ORDURES MÉNAGÈRES**

Divers essais de tamisage et de séchage biologique ont été réalisés dans ce projet pour trouver les éléments permettant la mise en place d'une chaîne de TMB apte à valoriser le maximum d'ordures ménagères de la Ville de Montréal. Pour ces essais, les ordures ménagères provenaient d'un mélange des trois secteurs (Pointe-Claire, Westmount et Côte Saint-Luc) ci-après appelé ordures ménagères brutes (voir section 4.4.1, 4.4.2 et 4.4.3) et uniquement de Westmount pour l'essai de tamisage grande échelle (voir section 4.4.4).

#### **4.4.1 Ordures ménagères brutes tamisées puis séchées biologiquement**

Le but de cet essai était de vérifier si le tamisage permettait :

- de séparer les ordures ménagères brutes en fractions possédant des caractéristiques distinctes;
- de valoriser plus facilement chacune de ces fractions;
- de réduire la quantité d'ordures ménagères à sécher biologiquement (stabiliser) et donc de réduire la taille des infrastructures.

##### **4.4.1.1 Tamisage**

Le tableau 24 présente les résultats de l'essai de tamisage d'un mélange d'ordures ménagères brutes. Pour cet essai, les sacs d'ordures ménagères ont été ouverts manuellement afin de libérer la majorité des matériaux. Toutefois, les sacs plus petits que 15 cm et contenant, à titre d'exemple, des matières fécales de chiens n'ont pas été ouverts. Le fait de ne pas broyer les ordures ménagères visait à mieux comprendre la distribution réelle avec un minimum de conditionnement.

On constate que 50 % de la masse et 70 % du volume total des ordures ménagères brutes se retrouvent dans la partie plus grande que 102 mm, qui est constituée majoritairement de sacs et films plastique, de papier-carton, ayant potentiellement des pouvoirs calorifiques élevés. Cette fraction ne dégageait pas d'odeurs désagréables à la suite du tamisage.

Bien que les différents matériaux n'aient pas été catégorisés à la suite du tamisage, l'identification visuelle des constituants majeurs présentés au tableau 24 démontre qu'il existe une ségrégation en fonction de la dimension. Il a également été constaté que la matière organique est majoritairement présente dans les fractions plus petites que 50 mm. Les masses volumiques apparentes des différentes fractions mesurées se situent entre 75 et 391 kg/m<sup>3</sup> pour une moyenne de 103 kg/m<sup>3</sup>, ce qui se rapproche de la moyenne de 131 kg/m<sup>3</sup> de la caractérisation présentée au tableau 8 de la section 4.1.1. Un point à retenir est que la simple action de tamiser les ordures ménagères a eu pour conséquence de réduire par tassement le volume initial total de 13,8 %. On retrouve à l'annexe A, des photos de ces ordures ménagères et des essais de tamisage.

**TABLEAU 24 DISTRIBUTION MASSIQUE ET VOLUMIQUE DE L'ESSAI DE TAMISAGE DES ORDURES MÉNAGÈRES BRUTES (AVANT SÉCHAGE BIOLOGIQUE)**

FRACTION	MASSE	VOLUME <sup>(1)</sup>	MASSE VOLUMIQUE APPARENTE	ASPECT VISUEL (CONSTITUANT MAJEUR)
	(%)	(%) <sup>(2)</sup>	(kg/m <sup>3</sup> )	
> 102 mm	50,2	69,6	75	Sacs et films plastique, papier-carton
76 – 102 mm	8,6	10,4	84	Sacs et films plastique, contenant de plastique, verre et métaux
50 – 76 mm	18,3	10,4	178	Kleenex et papier souillés, films plastique, matières organiques
25 – 50 mm	10,6	6,4	168	Matières organiques (feuilles), morceaux plastiques, verre et métaux
< 25 mm	12,3	3,2	391	Matières organiques, morceaux plastiques, verre et métaux
<b>MOYENNE</b>			<b>103</b>	

(1) Les volumes ont été estimés en fonction des contenants utilisés à la fin des essais de tamisage.

(2) Le pourcentage volumique est calculé à partir du volume initial de 2 m<sup>3</sup>.

Les ordures ménagères brutes et les fractions après le tamisage ont été analysées. Les résultats d'analyse sont présentés au tableau 25.

Le tamisage des ordures ménagères brutes nous a permis d'obtenir une fraction > 100 mm avec une teneur en eau acceptable (14,7 %) et un pouvoir calorifique intéressant (16,8 MJ/kg). Par contre, la quantité de chlore dépasse la limite établie par les cimenteries au Québec. Par conséquent, afin d'obtenir une fraction énergétiquement valorisable, il faut diminuer la présence des composantes qui peuvent contenir du chlore. Nous avons constaté, à la suite d'observations visuelles, que notre fraction > 100 mm est constituée majoritairement de sacs et de films plastique, de papier-carton et une certaine quantité d'autres emballages rigides. Nous pensons que la présence de chlore dans les ordures ménagères est due à la présence de PVC (polychlorure de vinyle) qui est largement utilisé dans des emballages. Selon une étude réalisée par un professeur de l'Université Laval, M. Mosto M.Bousmina<sup>1</sup>, le PVC est utilisé dans la fabrication des emballages alimentaires transparents, des bouteilles d'eau minérale, d'huile à friture, d'alcool, de rince-bouche, de shampooing, de produits cosmétiques et

<sup>1</sup> « Les polymères dans l'emballage », Le travail réalisé dans le cadre du cours de Chimie de l'Ingénieur sous la tutelle du professeur M.Mosto M. Bousmina, Université Laval (2002).

dans de nombreux emballages rigides courants. Les films (pellicules) en PVC sont aussi utilisés pour recouvrir des produits placés dans des contenants (certains emballages de viandes, des fruits et des légumes). Le traitement par tamisage n'est donc pas suffisant pour obtenir une fraction valorisable, elle doit être davantage raffinée.

**TABLEAU 25 CARACTÉRISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES DES ORDURES MÉNAGÈRES BRUTES ET DES DIVERSES FRACTIONS DE CES ORDURES**

PARAMÈTRE	ORDURES MÉNAGÈRES BRUTES	FRACTION DU TAMISAGE DES ORDURES MÉNAGÈRES					CRITÈRE ACCEPTATION CIMENTERIE			
		< 25 mm	25 à 50 mm	50 à 75 mm	75 à 100 mm	> 100 mm	BELGIQUE	ANGLETERRE	HOLCIM	CIMENT LAFARGE
Antimoine (Sb) (mg/kg) (base sèche)	1,3			16	1,2	2,7	10	< 50	200	
Arsenic (As) (mg/kg) (base sèche)	1,0			4,4	2,3	0,7	10	< 50	379	
Béryllium (Be) (mg/kg) (base sèche)	< 1			< 1	< 1	< 1	1		0,5	
Cadmium (Cd) (mg/kg) (base sèche)	< 0,5			< 0,5	< 0,5	< 0,5	10		5	
Chrome (Cr) (mg/kg) (base sèche)	8			6	4	26		< 200	443	
Cobalt (Co) (mg/kg) (base sèche)	5			1	1	2		< 100	200	
Cuivre (Cu) (mg/kg) (base sèche)	36			33	16	20		< 600	500	
Halogène totaux										
- en fluor (mg/kg) (base sèche)	140			28	38	37	1 000	< 5 000		
- en chlore (mg/kg) (base sèche)	<b>3 100</b>			<b>9 800</b>	<b>9 100</b>	<b>3 000</b>	5 000	< 20 000	500	< 1 500
Manganèse (Mn) (mg/kg) (base sèche)	190			69	47	130		< 250	300	
Mercure (Hg) (mg/kg) (base sèche)								< 20	2	
Nickel (Ni) (mg/kg) (base sèche)	6			4	3	9		< 50	100	
Plomb (Pb) (mg/kg) (base sèche)	46			95	65	35		< 500	100	
Sélénium (Se) (mg/kg) (base sèche)	< 0,5			< 0,5	< 0,5	< 0,5	10		5	
Thallium (Tl) (mg/kg) (base sèche)	< 5			< 5	< 5	< 5			50	
Vanadium (V) (mg/kg) (base sèche)	21			7	6	53		< 50	300	
Zinc (Zn) (mg/kg) (base sèche)	120			350	200	180	500		500	
Pouvoir calorifique (MJ/kg) (base sèche)	12,94	12,73	16,9	21	22	20,2	15	23-29		
Pouvoir calorifique (MJ/kg) (tel quel)	<b>7,5</b>	<b>5,9</b>	<b>10,8</b>	11,9	13,6	16,8			> 12,8	> 18
Soufre total (mg/kg) (base sèche)	11 000			11 000	4 400	12 000	4 000	3 000	20 000	
Azote (%) (base sèche)	0,8			2,0	1,4					
Carbone (%) (base sèche)	34,3			42,3	43,9					
Hydrogène, (%) (base sèche)	4,85			6,1	6,4					
Cendres (%) (base sèche)	43,5	16	30,8	26,5	21,9	24,2	5 %	NS	NS	
Teneur en eau (%) (base humide)	<b>35,4</b>	<b>44,4</b>	<b>31,1</b>	<b>38,9</b>	<b>34,4</b>	14,7			< 10 %	< 15 %
Sb+As+Cr+Co+Cu+Pb+Mn+Ni+Sn+V (mg/kg) (base sèche)	<b>321</b>			<b>495</b>	154	290		< 1 800		
V+Cr+Co+Ni+Cu+Pb+Mn+Sn (mg/kg) (base sèche)	<b>319</b>			<b>475</b>	150	287	200			

Dans les ordures ménagères, l'aluminium, le verre et les métaux ferreux sont des matériaux qui nuisent à la valorisation énergétique, par leur non-combustibilité (i. e qui contribuent à augmenter la quantité de cendres). Il était donc important de connaître la distribution massique pour déterminer si la séparation de ces matériaux pourrait améliorer la qualité des fractions valorisables et constituer une source de matériaux recyclables. Le tableau 26 présente les résultats de la distribution massique par fraction granulométrique de ces matériaux. On constate que ces matériaux sont beaucoup plus présents dans la fraction 76 à 102 mm (exemple : contenant métallique de légumes, boisson gazeuse, etc.) que les autres.

**TABLEAU 26            DISTRIBUTION MASSIQUE DE L'ALUMINIUM, DU VERRE ET DES MÉTAUX FERREUX PAR FRACTION GRANULOMÉTRIQUE**

FRACTION	ALUMINIUM	VERRE	MÉTAUX FERREUX	AUTRES	TOTAL
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
> 102 mm	0,6	2,1	0,8	96,5	100
76 – 102 mm	3,3	15,2	18,2	63,3	100
50 – 76 mm	2,8	6,2	5,6	85,4	100
25 – 50 mm	1,6	4,9	1,3	92,2	100
< 25 mm	Particules trop fines pour être identifiées correctement				

De plus, en combinant les tableaux 24 et 26, il a été possible de calculer la distribution massique de ces matériaux par rapport à la masse totale du résidu. Bien qu'une certaine ségrégation par fraction granulométrique soit constatée précédemment, les résultats du tableau 27 démontrent que la distribution massique des matériaux est assez uniforme lorsque calculée en fonction de la masse totale du résidu.

**TABLEAU 27      DISTRIBUTION MASSIQUE DE L'ALUMINIUM, DU VERRE ET DES MÉTAUX FERREUX EN FONCTION DE LA MASSE TOTALE DU RÉSIDU**

FRACTION	ALUMINIUM	VERRE	MÉTAUX FERREUX	AUTRES	TOTAL
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
> 102 mm	0,3	1,1	0,4	48,5	50,2
76 – 102 mm	0,3	1,3	1,6	5,5	8,6
50 – 76 mm	0,5	1,1	1,0	15,6	18,3
25 – 50 mm	0,2	0,5	0,1	9,7	10,6
< 25 mm	Particules trop fines pour être identifiées correctement				12,3
<b>TOTAL</b>	<b>1,3</b>	<b>4,0</b>	<b>3,1</b>	<b>79,3</b>	<b>100,0</b>

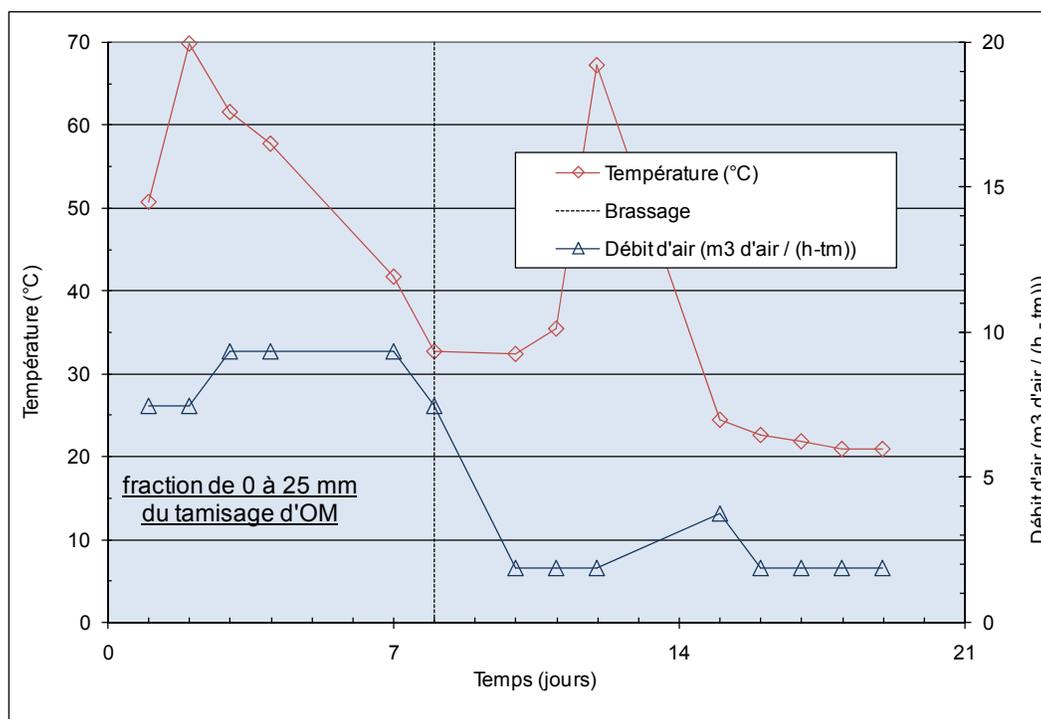
Ainsi, dans une optique de valorisation énergétique et dans le cas de l'utilisation d'une seule ou de plusieurs fractions, il faut retenir qu'il serait possible de réduire la quantité de cendres générées par l'utilisation de techniques de séparation applicables à ces matériaux.

#### 4.4.1.2 Séchage biologique

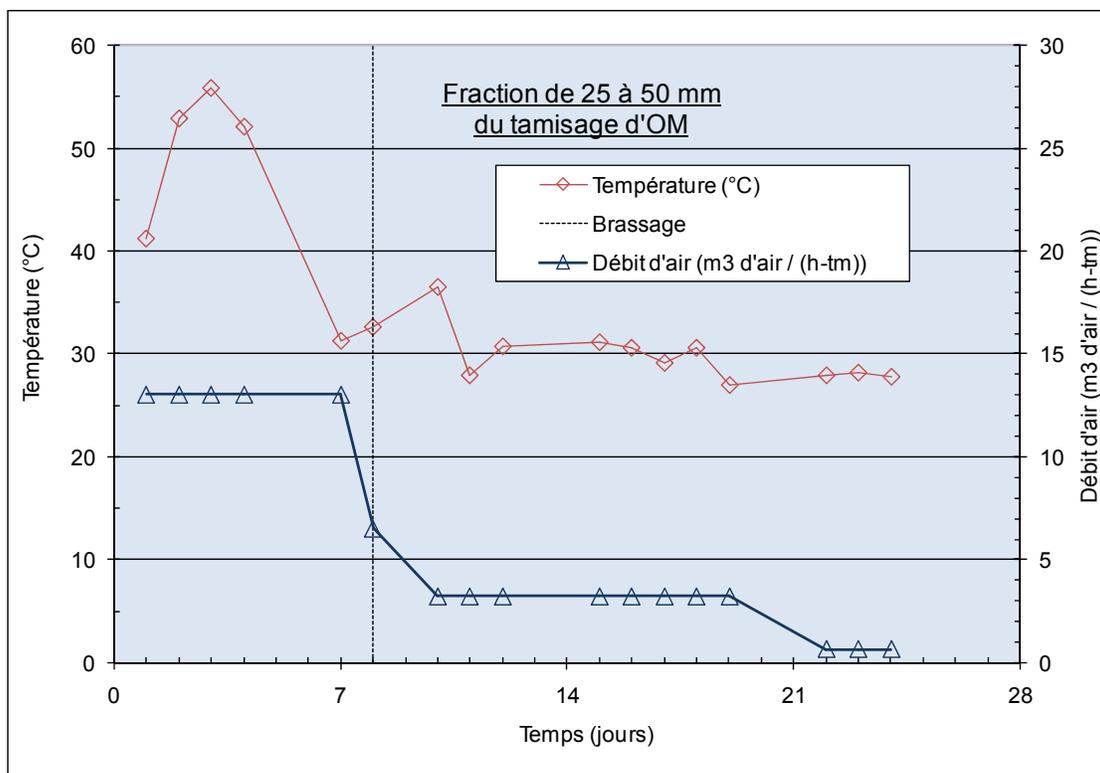
Cette section présente les résultats des essais de séchage biologique effectués sur les fractions 0 à 25 mm et 25 à 50 mm. Il est important de mentionner que la fin des essais de séchage biologique correspond au moment où la température ne remonte plus même si le débit d'aération est faible (inférieure ou égale à 2 m<sup>3</sup> d'air/(h – tm d'ordures ménagères)).

Les figures 5 et 6 présentent l'évolution de la température et du débit d'aération des essais de séchage biologique des fractions 0 à 25 mm et 25 à 50 mm respectivement.

Il est constaté que la température s'est élevée très rapidement et donc que les fractions 0 à 25 mm et entre 25 et 50 mm possèdent les caractéristiques requises pour être séchées biologiquement. À plus grande échelle, l'application du bon taux d'aération (entre 0 et 15 m<sup>3</sup> d'air/(h – tm d'ordures ménagères) à la suite de la mise en pile de ces deux fractions du tamisage, fera en sorte que le séchage biologique se produira de manière efficace.



**Figure 5** Évolution de la température et du débit d'aération de l'essai de séchage biologique de la fraction de 0 à 25 mm du tamisage d'ordures ménagères brutes



**Figure 6** Évolution de la température et du débit d'aération de l'essai de séchage biologique de la fraction de 25 à 50 mm du tamisage d'ordures ménagères

Le tableau 28 présente les bilans des pertes massiques totales, des pertes massiques d'eau et des pertes volumiques ainsi que les teneurs en eau (TEE) et les masses volumiques apparentes (MVA) initiales et finales obtenues lors des essais de séchage biologique réalisés sur les fractions tamisées 0 à 25 mm et 25 à 50 mm.

À titre de référence, l'évolution des pertes de masse de l'ensemble des essais de séchage biologique réalisés dans ce projet sont présentés à l'annexe H (figures H-9 et H-10).

**TABLEAU 28 BILAN DES ESSAIS DE SÉCHAGE BIOLOGIQUE SUR LES FRACTIONS 0 À 25 MM ET 25 À 50 MM OBTENUES SUITE AU TAMISAGE**

PARAMÈTRE	FRACTION D'ORDURES MÉNAGÈRES BRUTES	
	0 À 25 mm	25 À 50 mm
Durée de l'essai (jours)	19	24
TEE initiale (%)	44	31,1
TEE finale (%)	17	26,7
MVA initiale (kg/m <sup>3</sup> )	286	164
MVA finale (kg/m <sup>3</sup> )	341	168
Pouvoir calorifique (MJ/kg) (base sèche) <sup>(1)</sup>	13,34	n. d.
Pouvoir calorifique (MJ/kg) (tel quel) <sup>(1)</sup>	10,7	n. d.
Perte massique totale (%)	33,6	27,7
Perte massique d'eau (%)	75	38
Perte volumique (%)	43	30
Débit d'air maximal (m <sup>3</sup> d'air/(h-tm de RU))	9,35	13,0

n. d. Non disponible

<sup>(1)</sup> À la fin du séchage biologique

À la lecture du tableau 28, on observe que la perte de masse totale et plus particulièrement la perte en eau est très élevée sur la fraction 0 à 25 mm. Pour les deux essais, on constate une réduction du volume de 43 et 30 % respectivement. La durée de ces essais a été assez courte (environ 3 semaines); le séchage biologique s'est effectué rapidement. Une réduction très importante de la masse a été observée au cours de la première semaine (environ 15 %) (voir figure H-9 à l'annexe H) et, plus particulièrement, pour la fraction 0 à 25 mm. La teneur en eau finale de la fraction 0 à 25 mm a été environ 17 %. L'effet d'assèchement a été très élevé. Pour la fraction 25 à 50 mm, l'effet d'assèchement a été moindre. De plus, on constate que la masse volumique apparente (MVA) est similaire entre le début et la fin de chaque essai. C'est donc dire que la réduction de la masse est compensée par la réduction du volume.

En comparant les valeurs de pouvoir calorifique pour la fraction 0 à 25 mm, avant et après séchage biologique, soit 12,7 MJ/kg avant (tableau 25) et 13,3 MJ/kg après (tableau 28), il appert que l'action de sécher biologiquement cette fraction n'influence peu le pouvoir calorifique et que la valeur de ce paramètre est trop faible pour la valorisation énergétique.

#### 4.4.2 Ordures ménagères brutes séchées biologiquement puis tamisées

Ces travaux ont été réalisés dans le but de vérifier si le séchage des ordures ménagères brutes avant le tamisage, améliorerait la qualité des fractions potentiellement valorisables.

##### 4.4.2.1 Séchage biologique

Lors de cet essai, les gros sacs (> 10 L) d'ordures ménagères brutes ont été préalablement ouverts. Toutefois, ces ordures contenaient de petits sacs de litière animale qui n'ont pas été ouverts. Ces sacs ont générés des mauvaises odeurs (anaérobiose) qui, même à la fin du séchage biologique, étaient toujours présentes.

À la lecture de la figure 7 et du tableau 29, on constate que le séchage biologique des ordures ménagères brutes a une durée supérieure par rapport aux fines du tamisage (0 à 25 mm et entre 25 et 50 mm). Le séchage biologique des ordures ménagères brutes n'est pas optimisé étant donné que les petits sacs (par exemple de litières d'animaux) ne sont pas ouverts ce qui crée des zones d'anaérobiose et prolonge la durée du séchage biologique.

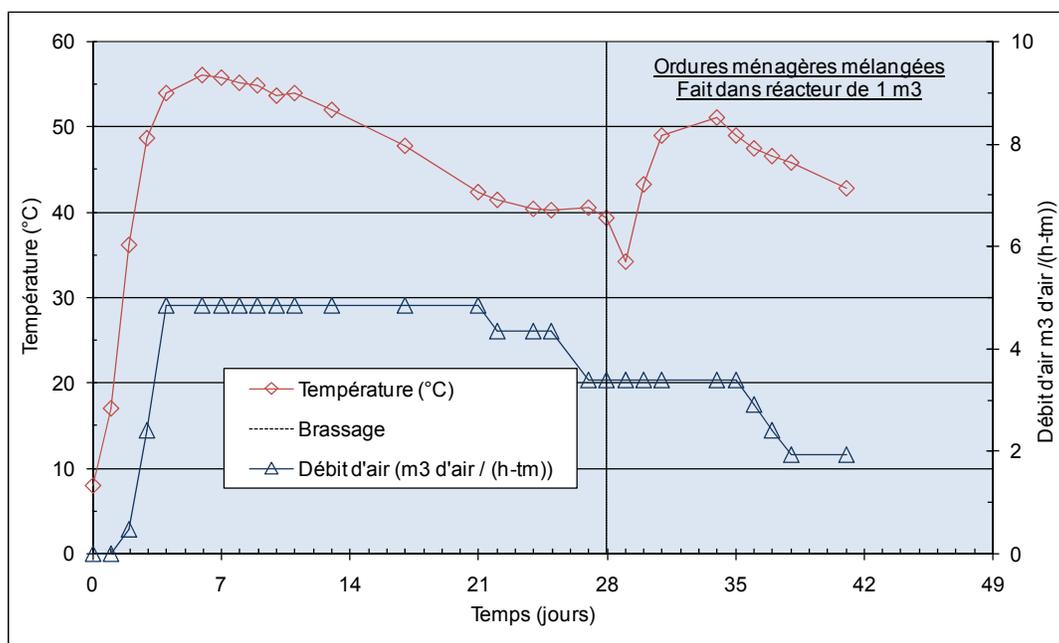


Figure 7 Évolution de la température et du débit d'aération pendant le séchage biologique des ordures ménagères brutes

Le tableau 29 présente les résultats de l'essai de séchage biologique sur les ordures ménagères brutes.

**TABLEAU 29 BILAN DE L'ESSAI DE SÉCHAGE BIOLOGIQUE DES ORDURES MÉNAGÈRES BRUTES**

PARAMÈTRE	ORDURES MÉNAGÈRES BRUTES
Durée de l'essai (jours)	41
TEE initiale (%)	35,4
TEE finale (%)	33,7
MVA initiale (kg/m <sup>3</sup> )	124
MVA finale (kg/m <sup>3</sup> )	133
Pouvoir calorifique (MJ/kg) (base sèche)	15,58
Pouvoir calorifique (MJ/kg) (tel quel)	9,5
Perte massique totale (%)	18,5
Perte massique d'eau (%)	23
Perte volumique (%)	24
Débit d'air maximal (m <sup>3</sup> d'air/(h-tm de RU)	4,84

La teneur en eau finale a été presque identique à la teneur en eau initiale. Par rapport à l'essai précédent (fraction 0 à 25 mm et 25 à 50 mm), l'effet d'assèchement des ordures ménagères brutes a été moindre (perte massique d'eau de 23 % par rapport à 75 % pour la fraction 0-25 mm et 38 % pour la fraction 25-50 mm). Pour cet essai, la performance moindre du séchage biologique est probablement due à une plus grande variabilité des ordures ménagères brutes qui présentent plusieurs zones où l'anaérobiose peut se produire (petits sacs de plastique). L'importance d'ouvrir tous les sacs de plastique lors du broyage a été mise en évidence par cet essai.

Le pouvoir calorifique (tel quel) des ordures ménagères brutes bioséchées n'est pas suffisant étant donné la teneur en eau trop élevée de celles-ci.

#### 4.4.2.2 Tamisage des ordures ménagères brutes bioséchées

Les ordures ménagères brutes bioséchées ont par la suite été tamisées avec les mêmes fractions que les ordures ménagères brutes (non asséchées).

Le tableau 30 présente les résultats de l'essai de tamisage des ordures ménagères brutes bioséchées.

**TABLEAU 30 DISTRIBUTION MASSIQUE ET VOLUMIQUE DE L'ESSAI DE TAMISAGE APRÈS SÉCHAGE BIOLOGIQUE**

FRACTION	MASSE	VOLUME <sup>(1)</sup>	MVA	ASPECT VISUEL (CONSTITUANT MAJEUR)
	(%)	(%) <sup>(2)</sup>	(kg/m <sup>3</sup> )	
> 102 mm	39,6	49,0	101	Sacs et films plastique, papier-carton
76 – 102 mm	23,4	24,5	120	Sacs et films plastique, contenants de plastique, verre et métaux
50 – 76 mm	13,1	16,8	98	Kleenex et papier souillés, films plastique, matière organique
25 – 50 mm	10,1	6,4	198	Matières organiques (feuilles), morceaux plastiques, verre et métaux
< 25 mm	13,8	3,4	517	Matières organiques, morceaux plastiques, verre et métaux
<b>MOYENNE</b>			<b>126</b>	

(1) Les volumes ont été estimés en fonction des contenants utilisés à la fin des essais de tamisage.

(2) Le pourcentage volumique est calculé à partir du volume initial de 2 m<sup>3</sup>.

On constate que 40 % de la masse et 49 % du volume total des ordures ménagères brutes se retrouvent dans la partie plus grande que 102 mm, qui est constituée majoritairement de sacs et films plastique, de papier-carton. Il a été constaté que la simple action de tamiser les ordures ménagères a eu pour conséquence de réduire par tassement le volume initial de 4,7 %. Les masses volumiques apparentes des différentes fractions mesurées se situent entre 98 et 517 kg/m<sup>3</sup> pour une moyenne de 126 kg/m<sup>3</sup>. Une fois tamisées, toutes les fractions dégageaient des odeurs extrêmement désagréables. À l'annexe A, on retrouve des photos de ces ordures ainsi que des photos des essais de tamisage.

On remarque également que les constituants majeurs identifiés visuellement et présentés au tableau 30 possèdent la même ségrégation que lors de l'essai sur les ordures ménagères brutes non bioséchées (voir section 4.4.1).

Les fractions obtenues à la suite du tamisage ont été analysées. Les résultats sont présentés au tableau 31.

**TABLEAU 31 CARACTÉRISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES DES FRACTIONS DU TAMISAGE OBTENUES APRÈS SÉCHAGE BIOLOGIQUE**

PARAMÈTRE	FRACTION					CRITÈRE			
	< 25 mm	25 à 50mm	50 à 75 mm	75 à 100 mm	> 100 mm	BELGIQUE	ANGLETERRE	HOLCIM	CIMENT LAFARGE
Teneur en eau (%) (base humide)	28,5	37,6	45,8	44,7	33,7			< 10 %	< 15 %
Pouvoir calorifique (MJ/kg) (base sèche)	11,7	17,6	25,6	25,1	20	15	23-29		
Pouvoir calorifique (MJ/kg) (tel quel)	7,7	10	12,8	12,8	12,4			> 12,8	> 18
Halogènes totaux - en chlore (mg/kg) (base sèche)	n. d.	n. d.	8 000	6 900	8 600	< 5 000	< 20 000	500	< 1 500
Cendres (%) (base sèche)	69,8	26,9	14,5	34,2	18,9	5 %	n. s.	n. s.	n. s.

n. d. non disponible  
 n. s. non spécifié

Les résultats d'analyse présentés au tableau 31 montrent clairement que les fractions plus grossières (supérieures à 50 mm) possèdent un pouvoir calorifique plus élevé que celui des fractions plus fines. Toutefois, la teneur en eau de toutes ces fractions est supérieure (> 30 %) aux critères des cimenteries pour la valorisation énergétique (15 % de TEE).

Les tableaux 32 et 33 présentent la distribution de l'aluminium, du verre et des métaux ferreux par fraction granulométrique et en fonction de la masse totale du résidu ultime. On y observe sensiblement les mêmes tendances pour le verre que pour l'essai de tamisage sur les ordures ménagères brutes non bioséchées (voir section 4.4.1.). Toutefois, il y a des différences d'une fraction à l'autre pour les métaux ferreux et l'aluminium. La seule explication de ces écarts réside dans la forte hétérogénéité des ordures ménagères.

**TABLEAU 32 DISTRIBUTION MASSIQUE DE L'ALUMINIUM, DU VERRE ET DES MÉTAUX FERREUX PAR FRACTIONS GRANULOMÉTRIQUES**

FRACTION	ALUMINIUM	VERRE	MÉTAUX FERREUX	AUTRES	TOTAL
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
> 102 mm	0,6	4,6	4,8	90,0	100
76 – 102 mm	0,7	10,0	3,8	85,5	100
50 – 76 mm	6,8	4,7	1,7	86,8	100
25 – 50 mm	2,2	4,9	1,1	91,8	100
< 25 mm	Particules trop fines pour être identifiées correctement				

D'un point de vue plus général, les pourcentages totaux d'aluminium, de verre et de métaux ferreux présentés au tableau 32, concordent avec ceux de l'essai de tamisage des ordures ménagères brutes non bioséchées.

**TABLEAU 33      DISTRIBUTION MASSIQUE DE L'ALUMINIUM, DU VERRE ET DES MÉTAUX FERREUX EN FONCTION DE LA MASSE TOTALE DU RÉSIDU**

FRACTION	ALUMINIUM	VERRE	MÉTAUX FERREUX	AUTRES	TOTAL
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
> 102 mm	0,2	1,8	1,9	35,6	39,6
76 – 102 mm	0,2	2,3	0,9	20,0	23,4
50 – 76 mm	0,9	0,6	0,2	11,4	13,1
25 – 50 mm	0,2	0,5	0,1	9,3	10,1
< 25 mm	Particules trop fines pour être identifiées correctement				12,3
<b>TOTAL</b>	<b>1,5</b>	<b>5,3</b>	<b>3,1</b>	<b>76,3</b>	<b>100,0</b>

Afin de couvrir un plus large éventail de possibilité de valorisation par fractionnement granulométrique, une évaluation de la distribution massique et volumique des ordures ménagères en fonction des formes de matériaux a été réalisée pour les fractions > 102 mm et 76 à 102 mm. Les travaux réalisés manuellement consistaient à séparer les ordures ménagères selon les formes suivantes :

- 2 dimensions (2D) = papier, films plastique, textile et autres;
- 3 dimensions (3D) = contenants, sacs non ouverts, bois et autres matériels lourds.

Ainsi, le tableau 34 présente la distribution massique et volumique selon le fractionnement.

**TABLEAU 34      DISTRIBUTION MASSIQUE ET VOLUMIQUE DE LA FRACTION  
76-100 MM ET > 100 MM EN FONCTION DE LA FORME DES  
PARTICULES**

FRACTION	MASSE	VOLUME	MVA
	(%)	(%)	(kg/m <sup>3</sup> )
<b>&gt; 100 mm</b>			
2D	15	56	15
3D	85	44	104
<b>76 – 100 mm</b>			
2D	10	36	30
3D	90	64	151

D'après ces résultats, on constate que les fractions constituées de matériaux 2D représentent de 10 à 15 % de la masse totale et de 36 à 56 % du volume total. La fraction 3D représente, quant à elle, de 85 à 90 % de la masse totale et de 44 à 64 % du volume total.

Le tableau 35 présente les résultats d'analyse obtenus sur les fractions avant la séparation, selon la forme, et sur la fraction 2D. Afin de comparer les résultats d'analyse, on peut émettre l'hypothèse que s'il n'existe pas de différence entre les fractions « avant la séparation » et « 2D », il n'y aura pas de différence entre les fractions « 2D » et « 3D ».

**TABLEAU 35 CARACTÉRISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES DES FRACTIONS > 100 MM (2D) ET 75 à 100 MM (2D)**

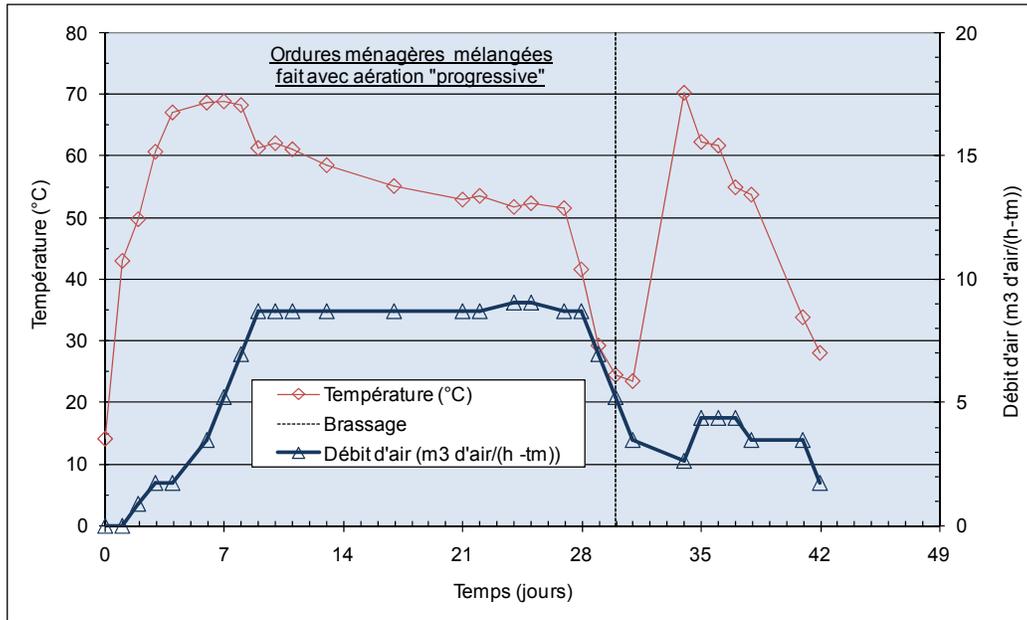
PARAMÈTRE	FRACTION 75 À 100 mm		FRACTION > 100 mm	
	AVANT FRACTIONNEMENT	2D	AVANT FRACTIONNEMENT	2D
Pouvoir calorifique (MJ/kg) (base sèche)	25,1	27,3	20,0	24,0
Pouvoir calorifique, (MJ/kg) (tel quel)	12,8	14,1	12,4	13,8
Teneur en eau (%) (base humide)	44,7	44,5	33,7	38,6
Halogènes totaux - en chlore (mg/kg)	6 900	16 600/6 400	8 600	10 900/1 100
Teneur en cendres (%) (base sèche)	34,2	17,3	18,9	16,6

De ce fait, en comparant les résultats du pouvoir calorifique, on constate qu'ils sont à peine plus élevés pour les fractions 2D. Ceci démontre qu'il n'est pas nécessaire d'effectuer cette séparation pour obtenir des fractions ayant un plus grand pouvoir énergétique. Toutefois, on constate que la variabilité des résultats est importante pour le chlore, présence probablement causée par le PVC. Finalement, la seule différence significative réside dans la teneur en cendres pour la fraction 75 à 100 mm. Ainsi, il est possible de déduire que la fraction 3D contient plus de cendres que la 2D. Selon ces informations, il y aurait une présence plus importante de verre et de contenants de métal dans la fraction 75 à 100 mm.

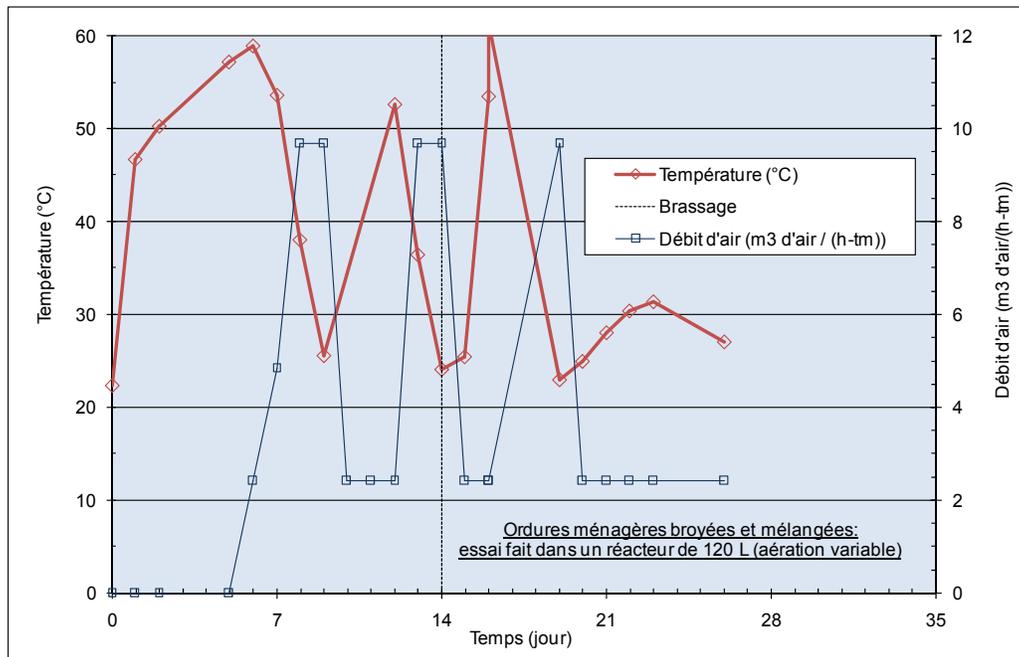
#### **4.4.3 Ordures ménagères brutes broyées et séchées biologiquement (aération progressive et variable)**

Pour vérifier l'influence de la taille des particules sur l'efficacité du séchage biologique, les ordures ménagères brutes ont été broyées à l'aide d'un broyeur à marteaux.

La figure 8 présente les résultats de l'évolution de l'aération et de la température pendant l'essai de séchage biologique des ordures ménagères brutes avec aération progressive alors que la figure 9 présente les résultats avec l'aération variable. Le tableau 36 présente les résultats du bilan de matière (masse et volume) des deux essais.



**Figure 8** Évolution de la température et du débit d'aération pendant le séchage biologique des ordures ménagères brutes broyées avec aération progressive



**Figure 9** Évolution de la température et du débit d'aération pendant le séchage biologique des ordures ménagères brutes broyées avec aération variable

**TABLEAU 36 BILAN DES ESSAIS DE SÉCHAGE BIOLOGIQUE D'ORDURES MÉNAGÈRES BRUTES BROYÉES AVEC AÉRATION PROGRESSIVE ET VARIABLE**

PARAMÈTRE	AÉRATION	
	PROGRESSIVE	VARIABLE
Durée de l'essai (jours)	42	26
TEE initiale (%)	35,4	35,4
TEE finale (%)	28,9	18
MVA initiale (kg/m <sup>3</sup> )	279	204
MVA finale (kg/m <sup>3</sup> )	189	174
Perte massique totale (%)	44	27
Perte massique d'eau (%)	54	63
Perte volumique (%)	18	14
Débit d'air maximal (m <sup>3</sup> d'air/(h–tm de RU))	9,0	9,7

En comparant les résultats de l'essai avec aération variable (alternance de haut et de bas niveau) avec l'essai avec aération progressive, on constate que l'aération en haut et bas niveau améliore l'efficacité du séchage biologique. Le temps de séchage est plus court et la teneur en eau finale est moindre avec une aération variable. Le débit d'aération maximal n'est pas plus élevé et se situe à environ 10 m<sup>3</sup> d'air/(h – tm de RU). Le type d'aération a peu d'influence sur la perte de volume qui est d'environ 15 %. La perte de masse totale a suivi une progression similaire durant les 26 premiers jours (voir annexe H, figure H-10), mais elle a été plus importante pour l'essai avec l'aération progressive. C'est donc dire que la matière organique contenue dans les ordures ménagères s'est dégradée davantage avec l'aération progressive, mais que l'aération variable assècherait davantage la matière.

#### **4.4.4 Ordures ménagères de Westmount broyées et tamisées à grande échelle puis séchées biologiquement**

Des essais sur le terrain ont été réalisés pour mettre à l'essai à grande échelle des équipements existants sur le marché et pour confirmer certains résultats obtenus lors des essais laboratoires. L'ensemble des essais dont il est question dans cette section ont été réalisés avec les ordures ménagères de Westmount.

#### 4.4.4.1 Broyage et tamisage

Ces essais ont été effectués à l'aide d'un broyeur à marteaux et d'un tamiseur à tambour rotatif. Lors de cet essai, les capacités des équipements utilisés ont été mesurées. Le broyeur à marteaux a démontré une capacité de 30 tonnes métriques d'ordures ménagères par heure (normalement 75 tm/h pour l'opération de déchetage du bois). Pour le tamiseur rotatif, le débit d'alimentation mesuré a été de 6,5 tonnes métriques par heure d'ordures ménagères broyées. De plus, lors de l'opération de ces deux équipements, aucune difficulté n'a été rencontrée.

Le tableau 37 présente les résultats de l'essai de tamisage fait avec un mélange de 6 tonnes métriques d'ordures ménagères.

**TABLEAU 37 DISTRIBUTION GRANULOMÉTRIQUE DE L'ESSAI DE BROYAGE ET DE TAMISAGE À GRANDE ÉCHELLE**

FRACTION	MASSE	VOLUME <sup>(1)</sup>	MVA
	(%)	(%) <sup>(2)</sup>	(kg/m <sup>3</sup> )
> 50 mm	61,8	73,6	121
< 50 mm	31,0	23,3	191
Récupération de métaux et pertes <sup>(3)</sup>	7,2	3,1	350
<b>Mélange initial</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>158</b>

- (1) Les volumes ont été estimés en fonction des contenants utilisés à la fin des essais de tamisage.  
 (2) Le pourcentage volumique est calculé à partir du volume initial.  
 (3) Valeur obtenue par calcul.

À la suite de l'évaluation visuelle des échantillons transportés au CRIQ, il a été conclu que le tamisage n'avait pas été efficace car il restait beaucoup de particules < 50 mm dans la fraction > 50 mm.

Un second tamisage de la fraction > 50 mm a été réalisé afin de calculer la distribution granulométrique réelle des ordures ménagères broyées. Le tableau 38 présente la distribution granulométrique réelle démontrant que près de 25 % de la masse totale est plus petite que 50 mm contrairement à 61,8 % initialement mesurée.

**TABLEAU 38                    DISTRIBUTION GRANULOMÉTRIQUE RÉELLE DES ORDURES MÉNAGÈRES BROYÉES À GRANDE ÉCHELLE**

FRACTION	MASSE
	(%)
> 50 mm	24,8
< 50 mm	68,0
Récupération de métaux et pertes	7,2
<b>Mélange initial</b>	<b>100,0</b>

En conséquence, pour s'assurer de tamiser de façon optimale les ordures ménagères broyées, le débit d'alimentation au tamiseur aurait dû être deux fois plus petit ou la longueur du tamis deux fois plus long. À cause de cette difficulté, la comparaison des résultats des essais de tamisage au laboratoire et à grande échelle est difficile et elle n'a pas été présentée dans ce rapport. Toutefois, l'information obtenue des essais de tamisage à grande échelle est utile et elle servira dans la suite du projet comme donnée comparative.

Les fractions obtenues ont été analysées et les résultats d'analyse sont présentés au tableau 39.

**TABLEAU 39 RÉSULTATS D'ANALYSE DES FRACTIONS < 50 MM ET > 50 MM BROYÉES OBTENUES LORS DE L'ESSAI À GRANDE ÉCHELLE**

PARAMÈTRE	FRACTION DES ORDURES MÉNAGÈRES		CRITÈRES D'ACCEPTATION			
	> 50 mm <sup>(1)</sup>	< 50 mm	BELGIQUE	ANGLETERRE	HOLCIM	CIMENT LAFARGE
Antimoine (Sb) (mg/kg) (base sèche)	4,1	1,5	10	< 50	200	
Arsenic (As) (mg/kg) (base sèche)	< 0,5	< 0,5	10	< 50	379	
Cadmium (Cd) (mg/kg) (base sèche)	1,6	0,9	10		5	
Chrome (Cr) (mg/kg) (base sèche)	11	5		< 200	443	
Cobalt (Co) (mg/kg) (base sèche)	2	< 1		< 100	200	
Cuivre (Cu) (mg/kg) (base sèche)	220	68		< 600	500	
Halogènes totaux						
- en fluor (mg/kg) (base sèche)	38	57	1000	< 5 000		
- en chlore (mg/kg) (base sèche)	<b>10 000</b>	<b>7 500</b>	5 000	< 20 000	500	1 500
Manganèse (Mn) (mg/kg) (base sèche)	210	160		< 250	300	
Mercuré (Hg) (mg/kg) (base sèche)	<b>2,6</b>	0,67		< 20	2	
Molybdène (Mo) (mg/kg) (base sèche)	1	2	20			
Nickel (Ni) (mg/kg) (base sèche)	4	6		< 50	100	
Plomb (Pb) (mg/kg) (base sèche)	<b>120</b>	82		< 500	100	
Sélénium (Se) (mg/kg) (base sèche)	< 0,5	< 0,5	10		5	
Soufre total (%) (base sèche)	0,22	0,18	0,4	0,3	2,0	
Thallium (Tl) (mg/kg) (base sèche)	< 5	< 5			50	
Vanadium (V) (mg/kg) (base sèche)	< 5	< 5		< 50	300	
Zinc (Zn) (mg/kg) (base sèche)	<b>810</b>	190	500		500	
Pouvoir calorifique (MJ/kg) (base sèche)	22,0	17,33				
Pouvoir calorifique (MJ/kg) (tel quel)	17,7	11,6	15	23-29	> 12,8	> 18
Teneur en eau (%) (base humide)	<b>17,7</b>	29,2	n. s.	n. s.	< 10	< 15
Sb+As+Cr+Co+Cu+Pb+Mn+Ni+Sn+V (mg/kg) (base sèche)	582	331		< 1800		
V+Cr+Co+Ni+Cu+Pb+Mn+Sn (mg/kg) (base sèche)	577	329	200			
Cendres (%) (base sèche)	38,8	10,5	5	n. s.	n. s.	n. s.

(1) Cette fraction a été retamisée au CRIQ avant d'être analysée

n. s. Non spécifié

On constate que la teneur en chlore est trop élevée par rapport aux critères québécois pour les deux fractions. Dans le cas de la fraction > 50 mm, les teneurs en mercure, en zinc et en plomb dépassent aussi les limites d'acceptation de Holcim. Il est difficile d'expliquer ces valeurs légèrement au-dessus des critères d'acceptation dans la fraction > 50 mm. Il a également été observé que la fraction > 50 mm possède un pouvoir calorifique plus élevé que celle de < 50 mm ce qui pourrait s'expliquer par une plus grande proportion de plastique.

#### 4.4.4.2 Séchage biologique

Les figures 10 et 11 présentent l'évolution de la température et du débit d'aération pendant le séchage biologique des ordures ménagères broyées et de la fraction inférieure à 50 mm obtenue lors de l'essai de tamisage pleine grandeur. Dans le but d'alléger le rapport, les résultats des essais de séchage biologique avec la fraction supérieure à 50 mm jugés moins utiles sont présentés l'annexe H. Ces résultats sont donnés seulement à titre indicatif car le matériel utilisé contenait encore des fractions fines (< 50 mm).

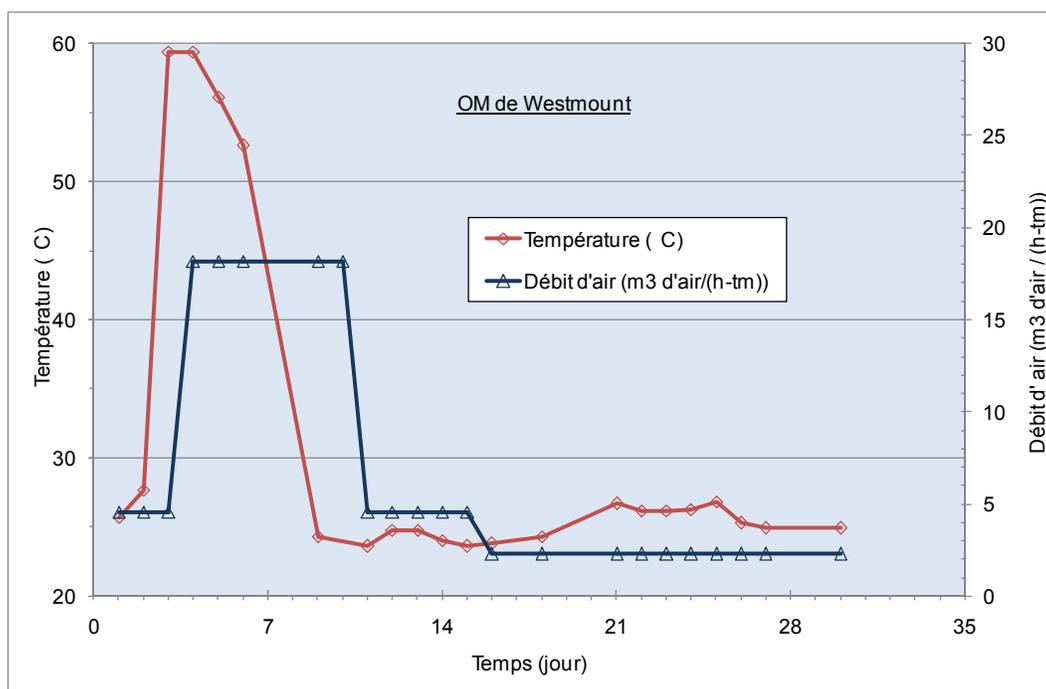
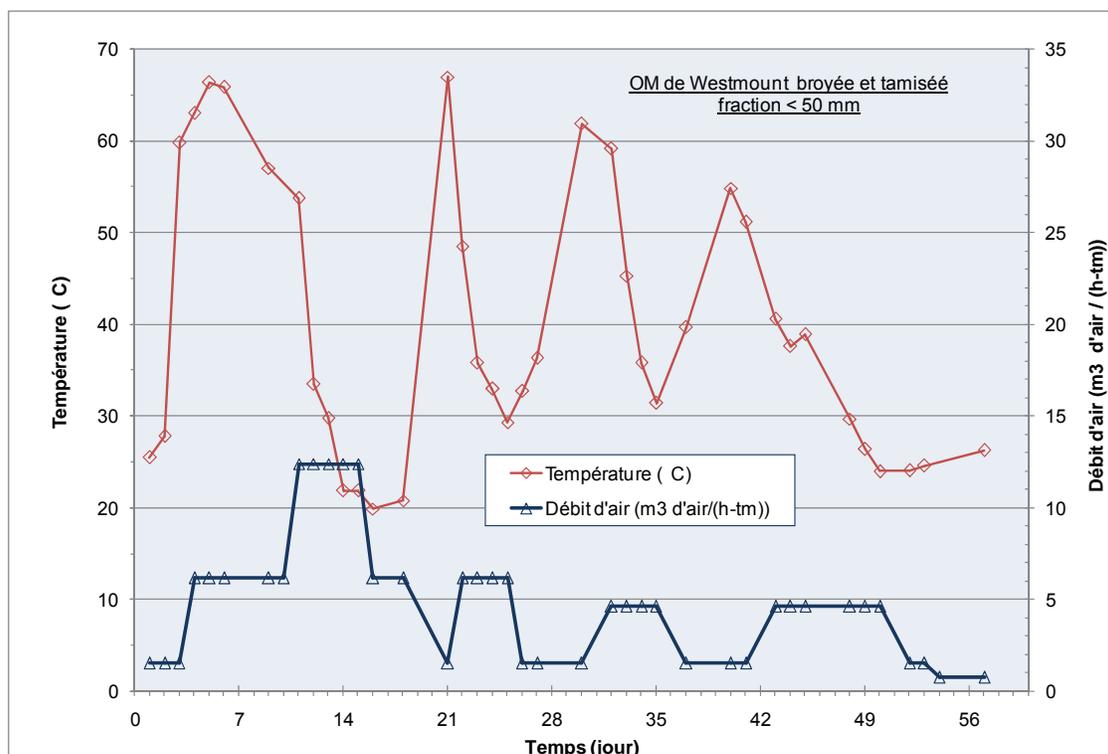


Figure 10 Évolution de la température et du débit d'aération pendant le séchage biologique des ordures ménagères broyées utilisées pour l'essai de tamisage à grande échelle



**Figure 11** Évolution de la température et du débit d'aération pendant le séchage biologique de la fraction inférieure à 50 mm issue de l'essai de tamisage à grande échelle des ordures ménagères broyées

Le tableau 40 présente les principaux résultats obtenus lors des essais de séchage biologique à la suite du broyage et du tamisage à grande échelle sur les ordures ménagères. On constate que la perte de masse (totale et d'eau) est encore une fois plus faible sur les ordures ménagères que sur la fraction fine (inférieure à 50 mm), puisque la fraction fine est plus humide et plus dense. Il est observé que la fraction fine a un contenu en matière organique « compostable » plus élevée alors que la fraction grossière a un contenu en matières plastiques plus important.

La perte de volume à grande échelle pendant le séchage biologique a été d'environ 15 % et la perte de masse entre 19 et 36 %. À petite échelle, pour les fractions fines (0 à 25 mm et 25 à 50 mm) la perte de masse totale est similaire (environ 30 %). En général, plus les ordures ménagères sont humides plus la perte de masse est élevée et plus le séchage biologique peut se prolonger longtemps. La perte de masse se produit principalement pendant la première semaine.

Aucune odeur nauséabonde n'a été constatée pour ces deux essais. Le broyage a permis de briser l'ensemble des sacs et d'éliminer ainsi la présence de zones anaérobies génératrices de mauvaises odeurs.

Pour cet essai, il a été remarqué que le pouvoir calorifique est plus élevé sur la fraction > 50 mm. La valeur de cette caractéristique est suffisamment élevée pour valoriser énergétiquement cette fraction. Le séchage biologique a abaissé la teneur en eau des ordures ménagères (brutes, < 50 mm et > 50 mm) à une valeur d'environ 20 %. Nous ne pouvons pas expliquer les différences de teneurs en eau initiales entre les ordures ménagères (brutes, < 50 mm et > 50 mm).

**TABLEAU 40 BILANS MASSIQUE ET VOLUMIQUE DES ESSAIS DE SÉCHAGE BIOLOGIQUE FAIT À PARTIR DES ORDURES MÉNAGÈRES BROYÉES ET DES DEUX FRACTIONS ISSUES DU TAMISAGE À GRANDE ÉCHELLE**

PARAMÈTRE	ORDURES MÉNAGÈRES BROYÉES		
	BRUTES	FRACTION INFÉRIEURE À 50 mm	FRACTION SUPÉRIEURE À 50 mm
Durée de l'essai (jours)	30	57	30
TEE initiale (%)	21,2	43,4	29
TEE finale (%)	21,9	22,2	18,9
MVA initiale (kg/m <sup>3</sup> )	107	314	138
MVA finale (kg/m <sup>3</sup> )	101	238	126
Pouvoir calorifique (MJ/kg) (base sèche)	20,3/23,0 <sup>(1)</sup>	16,3 / 16,0 <sup>(1)</sup>	24,4 /23,6 <sup>(1)</sup>
Pouvoir calorifique (MJ/kg) (tel quel)	15,5 /17,9 <sup>(1)</sup>	8,2 / 11,9 <sup>(1)</sup>	16,6 /19,1 <sup>(1)</sup>
Perte massique totale (%)	18,6	36,3	21,2
Perte massique d'eau (%)	16	67	49
Perte volumique (%)	14	16	14
Débit d'air maximal (m <sup>3</sup> d'air/(h-tm de RU)	18,2	12,4	14,1

<sup>(1)</sup> Pouvoir calorifique au début du séchage biologique/pouvoir calorifique après séchage biologique

#### 4.5 INFORMATIONS SUR LES ÉQUIPEMENTIERS QUÉBÉCOIS DE TMB

Une recherche visant à identifier les équipements de conditionnement des ordures ménagères traitées dans les usines de TMB a été réalisée. Lors de la recherche, nous avons constaté que les équipements spécifiques couramment utilisés pour le TMB proviennent tous du secteur de la récupération des déchets. Afin de faciliter la lecture de la présente section, nous avons divisé les équipements en six grandes classes.

- *Préconditionnement;*
- *Séparation densimétrique à air;*
- *Séparation granulométrique;*
- *Séparation balistique;*
- *Séparation des métaux ferreux et non ferreux;*
- *Séparation par détection colorimétrique, infrarouge et fluorescence X.*

Les équipements destinés à conditionner les ordures ménagères devront répondre principalement aux trois critères suivants :

- Posséder une grande robustesse mécanique;
- Avoir la capacité de fonctionner avec un intrant fortement hétérogène;
- Être en mesure de fonctionner facilement avec des matières humides et collantes.

Les fournisseurs d'équipements TMB qui ont été contactés (voir pages 76 et 77) sont bien au courant de ces critères et ils sont en mesure de fournir des équipements pouvant répondre à ces exigences.

De plus, pour chacune des classes, les principaux paramètres de fonctionnement ont été identifiés et consignés ci-après.

- *Préconditionnement*

Pour le traitement mécano-biologique, le préconditionnement des sacs contenant les déchets ultimes se fait généralement à l'aide d'un ouvreur de sacs ou d'un broyeur-déchetteur lent (0 à 50 rpm). Le choix de l'équipement se fait en fonction du degré de libération désiré (objectif de vider le contenu des sacs ou de tout broyer). Les équipements ayant des vitesses de rotation élevées ne sont pas adaptés pour le préconditionnement des ordures ménagères.

- *Séparation densimétrique à l'air*

Tout au long d'une chaîne de traitement, il est possible de séparer les résidus légers tels que le papier et les films plastique par l'utilisation d'un séparateur à air muni de ventilateur à haut débit d'air et de cyclone. Les éléments légers passant en dessous du séparateur sont aspirés par le vacuum du ventilateur et acheminés vers un cyclone pour séparer l'air des solides recueillis. Les paramètres d'opération comme la vitesse du convoyeur, la distance entre les déchets et l'aspirateur ainsi que le débit d'air permettent de déterminer avec précision les résidus qui seront entraînés et ceux qui ne

le seront pas. Pour être efficace, cet équipement doit fonctionner avec un résidu possédant une plage granulométrique restreinte afin d'en optimiser le fonctionnement. Ainsi, il est généralement utilisé sur une fraction tamisée préalablement.

La principale raison d'utiliser ce genre de séparateur est que les résidus légers possèdent généralement un pouvoir calorifique élevé. Il est donc possible de valoriser énergétiquement cette fraction représentant aussi une grande partie du volume total des ordures ménagères.

- Séparation granulométrique

Le principe de séparation granulométrique vise le fractionnement selon la taille des particules. En ce qui concerne le fractionnement granulométrique des ordures ménagères à la sortie du préconditionnement, l'équipement le plus utilisé est sans contredit le crible à tambour rotatif qui a démontré ses preuves d'efficacité. Toutefois, pour des applications de séparations sélectives, par exemple, les corps creux (contenants divers) et les corps plats (papier-carton et films plastique), les tamiseurs de type rotatif (étoiles, disques et octogonaux) sont plus appropriés. Les paramètres d'opération permettant de modifier l'efficacité de séparation sont la forme, le diamètre des disques, l'espacement entre ceux-ci et la vitesse de rotation. De plus, en modifiant la forme des disques, il est possible d'obtenir un système de concassage du verre afin de l'acheminer vers les fractions fines.

- Séparation balistique

Le crible balistique à palettes permet de séparer les matériaux par leur densité et leur forme. Ils sont généralement utilisés lorsqu'il faut séparer en une étape, les corps plats, les corps creux et les fines particules à un diamètre sélectionné. Les paramètres d'opération et d'optimisation pour une séparation efficace sont la grandeur de surface et la vitesse de rotation des palettes, l'inclinaison de l'appareil et le diamètre d'ouverture des palettes.

- Séparation des métaux ferreux et non ferreux

Le séparateur magnétique à courroie (permanent ou électromagnétique) est généralement utilisé tout au long des chaînes de traitement. La puissance magnétique nécessaire est déterminée en fonction de la grosseur des particules à séparer et également de la composition métallique du matériel à séparer (fer, acier inoxydable, etc.). Jusqu'à maintenant, de nouveaux aimants ont été développés afin d'obtenir des

puissances magnétiques élevées. À titre d'exemple, les séparateurs magnétiques au néodymium se sont révélés très efficaces pour la séparation des petites particules métalliques des fractions fines provenant des ordures ménagères.

Le séparateur à courant de Foucault permet de séparer les métaux non magnétiques tels que l'aluminium, le laiton et le cuivre. La puissance de séparation est également fonction du type de matériel à partir duquel l'équipement a été conçu. Au Québec, aucune installation de recyclage des déchets résidentiels n'utilise, pour le moment, ce genre de technologie, car la quantité de matériaux non ferreux ne justifie pas son utilisation.

- *Séparation par détection colorimétrique, infrarouge et fluorescence X*

Il est possible de séparer certains résidus en utilisant des détecteurs colorimétriques, infrarouge ou fluorescence X permettant la détection de composés chimiques indésirables ciblés. Une fois détectée, la séparation se fait par un système d'éjecteurs pneumatiques. Il est important de mentionner que les détecteurs n'identifient pas les résidus à séparer lorsqu'ils sont empilés les uns sur les autres, mais ils doivent être étendus sur un convoyeur à courroie en monocouche. À titre d'exemple, les résidus à brûler pour valorisation énergétique ne doivent pas contenir de PVC dont le contenu en chlorures est responsable de la corrosion prématurée des fours. Dans ce cas, les morceaux de PVC pourraient être séparés manuellement ou par détecteur infrarouge et avec éjecteur pneumatique.

Actuellement au Québec, il n'y a pas encore d'usine de traitement mécano-biologique en construction ou en opération. Toutefois, nous avons identifié des entreprises au Québec possédant une expertise leur permettant d'œuvrer potentiellement dans le domaine du traitement mécano-biologique des ordures ménagères. Ces compagnies sont les suivantes :

- Industries Machinex inc.
- Groupe Aecon Québec ltée
- Sherbrooke O.E.M. ltée
- Conporec inc.
- Convoyeur B.M.G. inc.

Puisque ce n'était pas dans les objectifs du projet, nous n'avons pas comparé entre eux les divers fournisseurs de technologies TMB pour fournir à la Ville de Montréal des équipements adaptés. Cette comparaison sera effectuée lors de la réalisation des appels d'offres pour l'usine pilote de 25 000 tonnes/année.

▪ **Industries Machinex inc.**

<b>CONTACT</b>	M. Gaétan Bolduc, directeur des ventes
<b>ACTIVITÉS</b>	Conception de centre de tri et de centre de traitement de déchets. Fabrication et distribution de tous les équipements de conditionnement relatifs aux usines de TMB.
<b>PROJET DE CONSTRUCTION D'USINE CLÉ EN MAIN</b>	Oui
<b>IMPLANTATION D'USINE</b>	Vaste expertise technique concernant le traitement des déchets résidentiels et industriels.
<b>VALEUR AJOUTÉE</b>	Capacité d'adaptabilité en fonction des besoins du client. Entreprise de très grande envergure et reconnue internationalement.
<b>ÉTENDUE DES ACTIVITÉS</b>	Québécoise, canadienne et internationale.

▪ **Groupe Aecon Québec Itée**

<b>CONTACT</b>	M. Pierre Mailhot, directeur de projet
<b>ACTIVITÉS</b>	Conception de la construction de bâtiments, d'ouvrages de génie civil et d'installations industrielles variées.
<b>PROJET DE CONSTRUCTION D'USINE CLÉ EN MAIN</b>	Oui
<b>IMPLANTATION D'USINE</b>	Expertise technique très variée pour le traitement des déchets et la conception d'usine TMB. Aecon utilise les équipements et les conseils de la compagnie Canworld Environmental Solution inc. (distributeur des équipements Komptech).
<b>VALEUR AJOUTÉE</b>	M. Mailhot est bien appuyé par Aecon international qui possède de l'expérience d'implantation d'usine TMB à travers le monde.
<b>ÉTENDUE DES ACTIVITÉS</b>	Québécoise, canadienne et internationale.

▪ **Sherbrooke O.E.M. Itée**

<b>CONTACT</b>	M. Maxime Goulet, chargé de projet
<b>ACTIVITÉS</b>	Fabrication et distribution de tous les équipements de conditionnement relatifs aux usines de TMB.
<b>PROJET DE CONSTRUCTION D'USINE CLÉ EN MAIN</b>	Oui
<b>IMPLANTATION D'USINE</b>	Usine de recyclage jusqu'à 50 tm/h. Pas d'expérience d'usine de traitement des ordures ménagères à grande échelle.
<b>VALEUR AJOUTÉE</b>	Réalisation d'essai à l'interne sur la valorisation énergétique à partir de déchets résidentiels de la municipalité de Toronto.
<b>ÉTENDUE DES ACTIVITÉS</b>	Québécoise, canadienne et internationale.

▪ **Conporec inc.**

<b>CONTACT</b>	M. Carl Genois, président par intérim (directeur d'ingénierie)
<b>ACTIVITÉS</b>	Conception et construction d'usine de compostage (incluant le préconditionnement des résidus).
<b>PROJET DE CONSTRUCTION D'USINE CLÉ EN MAIN</b>	Oui. Maître-d'œuvre pour le développement de partenariats entre sous-traitants.
<b>IMPLANTATION D'USINE</b>	Plusieurs usines de compostage avec conditionnement de résidus résidentiels construites à travers le monde.
<b>VALEUR AJOUTÉE</b>	En plus du préconditionnement des résidus, Conporec inc. est spécialisée pour le compostage. Elle pourrait donc facilement faire de la stabilisation et du séchage biologique.
<b>ÉTENDUE DES ACTIVITÉS</b>	Québécoise, canadienne et internationale.

▪ **Convoyeur B.M.G. inc.**

<b>CONTACT</b>	M. Daniel Chagnon, directeur des ventes
<b>ACTIVITÉS</b>	Fabrication et distribution de tous les équipements de conditionnement relatifs aux usines de TMB.
<b>PROJET DE CONSTRUCTION D'USINE CLÉ EN MAIN</b>	Oui. Conception de la chaîne de traitement, mais doit utiliser un partenaire pour la construction des bâtiments.
<b>IMPLANTATION D'USINE</b>	Usine de recyclage jusqu'à 30 tm/h. Un peu d'expérience sur les résidus résidentiels.
<b>VALEUR AJOUTÉE</b>	Plus de 35 ans d'expérience dans le domaine des déchets.
<b>ÉTENDUE DES ACTIVITÉS</b>	Québécoise, canadienne et internationale.

Pour plus de détails concernant les activités de ces entreprises, se référer à l'annexe K.

#### **4.6 INTÉGRATION**

Cette section présente un résumé des observations faites et les résultats obtenus pour le séchage biologique, le tamisage et le broyage ainsi que les caractéristiques des matières issues des essais du projet. Une chaîne de traitement TMB propre aux ordures ménagères recueillies par la Ville de Montréal est également proposée avec les limites inhérentes à leur traitement et leur valorisation énergétique.

Les ordures ménagères asséchées issues du TMB sont principalement destinées à une valorisation énergétique ou à un recyclage. Cependant, il est plus approprié d'en disposer dans un lieu d'enfouissement technique si leur valeur calorifique n'est pas suffisamment élevée et qu'elles sont stabilisées lors de l'étape de séchage biologique. Les divers essais ont permis d'établir le mode de disposition le plus approprié.

#### **4.6.1 Séchage biologique**

Les principaux constats obtenus des essais de séchage biologique sont :

- Le séchage biologique optimisé se déroule sur une période de 20 à 30 jours et la majeure partie des pertes de masse se produisent durant les 7 à 10 premiers jours (voir figures 9 et 10 de l'annexe H);
- L'aération variable (alternance de haut et bas niveau) permet d'assécher davantage et plus rapidement les ordures ménagères.
- La teneur en eau finale des ordures ménagères bioséchées (brutes et diverses fractions) n'est jamais inférieure à 20 %. Cela semble être une valeur limite pour laquelle le séchage biologique permet d'assécher les ordures ménagères.
- Pour assurer l'uniformité du bioséchage, il faut avoir un système qui aère les ordures ménagères 24 heures sur 24. Il faut également prévoir des brassages. Nous recommandons un minimum de 2 brassages pendant la période optimale du séchage biologique pour assurer une plus grande uniformité. L'équipement de brassage devrait être conçu pour compléter le travail de broyage et d'ouverture des sacs, ce qui permettra de réduire les odeurs des ordures ménagères plus efficacement et plus rapidement.
- Le débit d'air maximal appliqué sur les diverses ordures ménagères devrait se situer entre 10 et 20 m<sup>3</sup> d'air/(h – tm d'ordures ménagères) ce qui correspond à un débit d'aération normalement appliqué pour le compostage de résidus municipaux.
- L'importance de broyer les ordures ménagères brutes a été démontrée car si le broyage n'est pas fait, les ordures ménagères sont moins asséchées et plus nauséabondes. Par contre, pour les fractions fines du tamisage (inférieures à 50 mm) il ne serait pas nécessaire de broyer la matière. La dimension des particules dans cette fraction est idéale pour le séchage biologique.

#### **4.6.2 Caractéristiques des ordures ménagères après le TMB**

Plusieurs essais de traitement TMB à partir d'ordures ménagères de la Ville de Montréal ont été effectués. Les résultats d'analyse obtenus à la suite des différents

traitements (séchage biologique, broyage et tamisage) ont montré clairement qu'il serait très difficile d'atteindre les critères fournis par les cimenteries à moins d'ajouter des équipements sophistiqués à certaines étapes de la chaîne de TMB (voir section 4.3). En effet, au séchage biologique des ordures ménagères brutes ou des fractions, la plus faible teneur en eau a été de 18,9 % et les teneurs en chlore présentes dans les fractions d'ordures ménagères sont demeurées trop élevées.

Une grande variation des paramètres fut observée et ces variations sont dues évidemment à l'hétérogénéité de la matière. Produire une fraction d'une composition constante à partir des ordures ménagères est un défi énorme en soi. La prise d'un échantillon pour analyse est un paramètre très critique car les résidus sont très hétérogènes et sa composition est très variable. Par conséquent, pour obtenir une valeur plus exacte, il faut probablement analyser au moins dix sous-échantillons d'un même échantillonnage et faire la moyenne.

Vers la fin du projet, nous avons présenté les résultats obtenus et un échantillon d'ordures ménagères traitées aux représentants de deux cimenteries (Lafarge et Holcim) pour avoir leur avis sur le potentiel d'utiliser ce type de combustibles solides dans leurs installations. En plus des résultats d'analyse, un échantillon (« prototype » produit à partir des ordures ménagères de la Ville de Montréal) a également été envoyé. L'échantillon transmis représentait la fraction > 100 mm obtenue uniquement par tamisage du mélange d'ordures ménagères broyées. L'échantillon qui était inodore, avait une teneur en eau de 14,7 %.

Après examen de l'échantillon et des résultats d'analyse, Holcim considère que les ordures ménagères respectent ses critères d'acceptation pour ce qui est de la granulométrie, de la teneur en eau et du pouvoir calorifique. Par contre, pour la teneur en chlore, il dépasse la valeur acceptable. M<sup>me</sup> Goyette, de la compagnie Holcim, a précisé qu'elle projette à moyen terme d'augmenter la valeur limite des halogènes totaux exprimée en chlore de 500 ppm à 1 500 ppm et à plus long terme, de ne pas avoir de limites autres que celles des émissions à la cheminée. Pour répondre au besoin spécifique de Holcim, plusieurs autres analyses resteraient à compléter (BPC, brome, iode, phosphore, etc.).

Ciment Lafarge a aussi trouvé que les ordures ménagères contenaient beaucoup de chlore (valeur limite des halogènes totaux exprimés en chlore est de 1 500 ppm). M. Desautels a précisé que l'échantillon reçu présente un bon potentiel d'utilisation, s'il est possible de diminuer la quantité de chlore. Il a proposé d'éliminer la présence de plastiques dans la fraction. Cependant, nous craignons que l'élimination des plastiques diminuera considérablement la valeur calorifique des ordures ménagères.

#### 4.6.3 Éléments retenus pour le choix de la chaîne de traitement TMB des ordures ménagères

L'interprétation de tous les résultats des essais permet de faire ressortir les éléments suivants :

- La fraction > 100 mm possède un pouvoir calorifique et une teneur en eau acceptables pour la valorisation énergétique sans autre conditionnement. Aucune odeur n'a été constatée pour cette fraction. Cela est non négligeable car les odeurs auraient constitué un frein important à la valorisation.
- Les matériaux contenus dans la fraction 100 mm tels que textile, papier-carton possèdent généralement une humidité en dessous de 20 %. Advenant le cas où le séchage biologique est retenu, il faut tenir compte que ces matériaux vont absorber une portion d'eau provenant de l'air humidifiée lors de cette opération. Ce phénomène pourrait se traduire par une réduction du pouvoir calorifique de la fraction à valoriser.
- Il ne faut pas broyer avant le tamisage de la fraction > 100 mm car une grande partie de matières valorisables ne nécessitant pas de conditionnement se retrouveraient dans la fraction fine non valorisable.
- Les fractions < 100 mm doivent être séchées biologiquement car les teneurs en eau sont trop élevées.
- Les fractions entre 50 et 100 mm doivent être broyées et séchées biologiquement afin d'être valorisables. Le fait de réduire la teneur en eau à 20 % rendrait le pouvoir calorifique suffisamment élevé pour valoriser ces fractions. De plus, le broyage est inévitable car il a été démontré que si ces fractions ne sont pas broyées, elles dégageraient des odeurs désagréables causées par une dégradation anaérobie incomplète. Les matériaux en cause devant être absolument broyés sont les suivants :
  - Couches pour bébé;
  - Sacs de fèces ou de litière d'animaux;
  - Contenants renfermant des matières organiques.

- Les fractions entre 50 et 100 mm contiennent des proportions de verre et de métal ferreux plus élevées que les autres. Ces matériaux qui ne brûlent pas contribuent à augmenter de façon appréciable les quantités de cendres appréciables et il pourrait s'avérer stratégique de les enlever et de les vendre au recycleur.
- La fraction < 50 mm ne peut pas être valorisée comme combustible car même en atteignant la teneur en eau minimale à la suite du séchage biologique, le pouvoir calorifique serait encore trop bas. Cependant, le séchage biologique permet de la stabiliser, d'en réduire le volume et la masse et de diminuer les odeurs qu'elle pourrait générer.

Pour faire suite à ces constats, le CRIQ propose un schéma de procédé de TMB permettant à la Ville de Montréal d'obtenir des fractions possédant des pouvoirs calorifiques et des teneurs en eau adéquats pour maximiser les quantités d'ordures ménagères valorisables sous forme de combustibles ou autres. Le schéma est présenté à la figure 12.

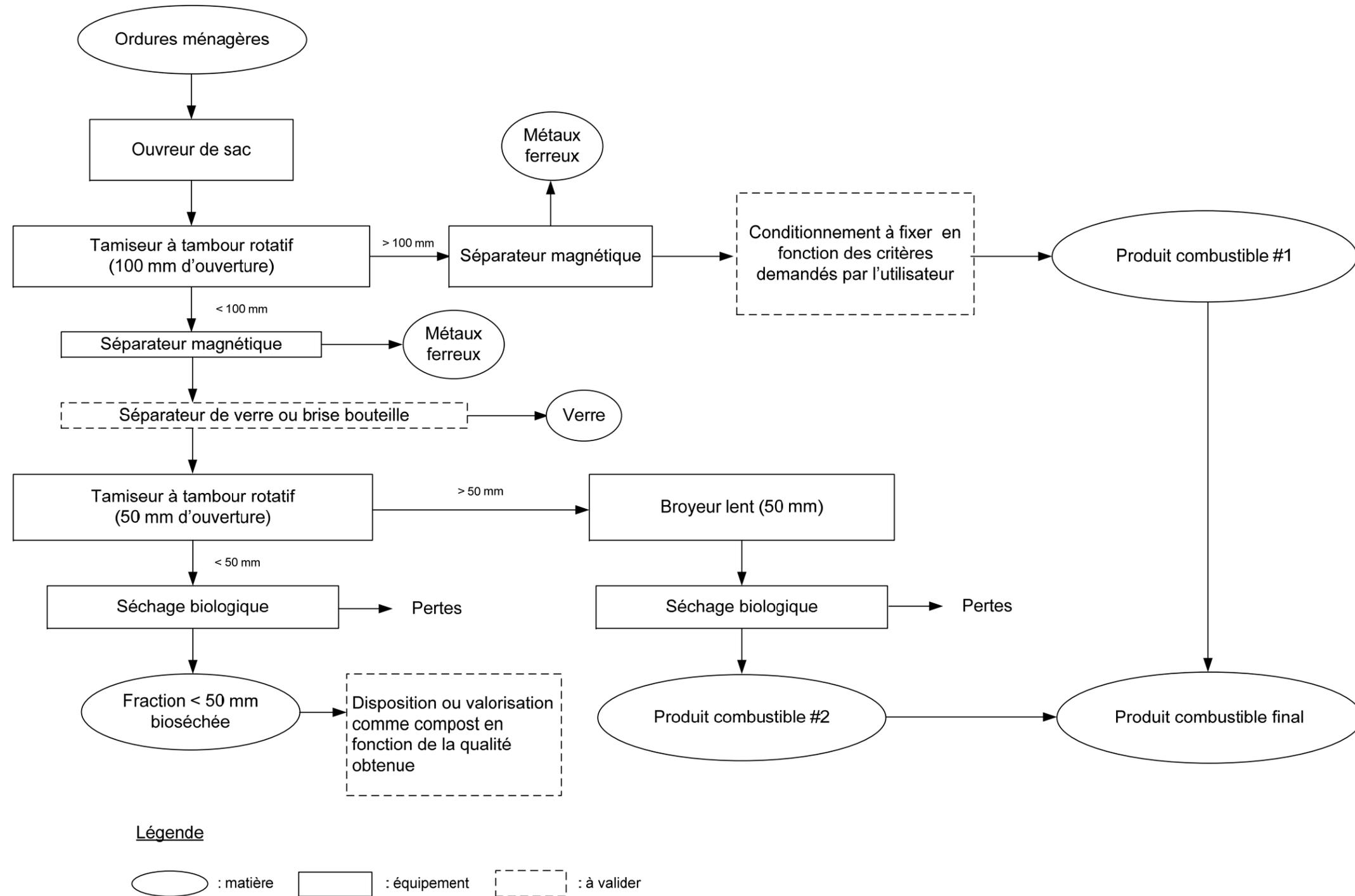


Figure 12 Schéma du procédé de TMB proposé pour les ordures ménagères de la Ville de Montréal en fonction des essais réalisés

#### **4.6.4 Description des éléments proposés de la chaîne de TMB des ordures ménagères**

Les ordures ménagères sont acheminées vers un ouvreuse de sacs dont la fonction consiste à libérer les matières en réduisant au maximum le besoin de broyer. Par la suite, les ordures ménagères sont séparées à l'aide d'un tamiseur à tambour rotatif afin de produire deux fractions, soit  $> 100$  mm et  $< 100$  mm. L'utilisation de ces équipements permet de :

- Séparer facilement la majeure partie de la masse et du volume des ordures ménagères directement au départ;
- Réduire considérablement la dimension des équipements du reste de la chaîne de TMB;
- Éviter de broyer et de mélanger aux ordures ménagères des matières potentiellement dangereuses (piles, contenants de peintures, etc.);
- Éviter une éventuelle absorption d'eau des matériaux secs lors du séchage biologique.

Les métaux ferreux contenus dans la fraction  $> 100$  mm doivent être retirés à l'aide d'un séparateur magnétique. Si nécessaire, cette fraction ( $> 100$  mm) valorisable énergétiquement (produit combustible n° 1) devra être conditionnée en fonction des critères demandés par l'utilisateur. En ce sens, une sélection adéquate de ces équipements devra être réalisée lorsque les critères seront définis.

À cette étape du procédé, les métaux ferreux devront également être retirés de la fraction  $< 100$  mm. De plus, et si nécessaire, il serait possible de briser le verre ou de le séparer avant d'envoyer cette fraction vers un second tamiseur à tambour rotatif qui produira deux fractions, soit  $> 50$  mm et  $< 50$  mm.

La fraction  $< 50$  mm devra, quant à elle, être séchée biologiquement afin de la stabiliser et d'en réduire le volume et la masse. Cette fraction pourra être, soit disposée ou valorisée comme compost ou matière de recouvrement de lieux d'enfouissement technique en fonction des critères de qualités désirés.

Finalement, les ordures ménagères de la fraction > 50 mm doivent être broyées à une dimension plus petite que 50 mm et subir un séchage biologique séparément de la fraction < 50 mm car, seule la fraction 750 mm peut être valorisable (produit combustible n° 2), une fois séchée biologiquement. De plus, les deux fractions valorisables (produit combustible n°s 1 et 2) peuvent être mélangées pour en faire un autre produit disponible selon l'intérêt des utilisateurs (produit combustible final).

Bien que très difficile à évaluer sans avoir réalisé d'essais selon la chaîne complète proposée, il a été possible d'estimer le pouvoir calorifique, la concentration en chlore et la teneur en eau pour tous les produits générés par le procédé. Après interprétation des résultats, ces valeurs approximatives sont présentées au tableau 41. Les données en rouge représentent les valeurs pour lesquelles les critères des cimenteries ne sont pas respectés. On constate que la teneur en chlore constitue le principal frein à la valorisation énergétique

**TABLEAU 41 COMPOSITION DES PRODUITS DE LA CHAÎNE DE TMB**

PRODUIT	POUVOIR CALORIFIQUE (TEL QUEL)	TENEUR EN CHLORE	TENEUR EN EAU
	(MJ/kg)	(mg/kg)	(%)
Produit combustible n° 1	17	<b>3 000 à 9 000</b>	15,0
Produit combustible n° 2	18	<b>6 000 à 10 000</b>	<b>20,0</b>
Produits combustibles n° 1 et n° 2	17	<b>4 000 à 9 000</b>	<b>17</b>
Fraction < 50 mm bioséchée	<b>9</b>	Non disponible	<b>20,0</b>

Un bilan a été réalisé afin de déterminer les masses et volumes des produits générés. Les hypothèses de base ayant servi aux calculs sont les suivants :

- Chaîne de TMB en mesure de traiter 25 000 tonnes métriques d'ordures ménagères par année;
- Opération sur 50 semaines par année et 40 heures par semaine pour un total de 2 000 heures (données de production généralement utilisées lors de la conception des centres de tri).

Les résultats présentés au tableau 42 permettent de conclure que s'il n'y avait pas de contrainte pour le chlore, près de 69 % de la masse totale pourrait potentiellement être valorisée comme produit combustible. Les pertes associées au séchage biologique

représentent 14 % de la masse totale. De plus, seulement 17 % de la masse totale et 8,5 % du volume total des ordures ménagères devraient être disposées à un lieu d'enfouissement.

Cette quantité pourrait être réduite si la fraction inférieure à 50 mm bioséchée était raffinée (tamisage ou autres) davantage. Les quantités de métaux ferreux et non ferreux ainsi que le verre sont également présentées à titre indicatif dans le tableau 42.

**TABLEAU 42 BILAN DE LA CHAÎNE DE TMB PROPOSÉE**

PRODUIT	MASSE			VOLUME			MVA
	(%)	(tm/h)	(tm/année)	(%)	(m <sup>3</sup> /h)	(m <sup>3</sup> /année)	(kg/m <sup>3</sup> )
Ordures ménagères	100	12,5	25 000	100	95	190 000	131
Produit combustible n° 1	45	5,6	11 250	59 <sup>(2)</sup>	64 <sup>(2)</sup>	128 000 <sup>(2)</sup>	88 <sup>(2)</sup>
Produit combustible n° 2	24	3	6 000	13 <sup>(3)</sup>	11 <sup>(3)</sup>	22 000 <sup>(3)</sup>	271 <sup>(3)</sup>
Produits combustibles n° 1 et n° 2	69	8,6	17 250	voir <sup>(4)</sup>	voir <sup>(4)</sup>	voir <sup>(4)</sup>	voir <sup>(4)</sup>
Pertes lors du séchage biologique	14	1,7	3 500	---	---	---	---
Fraction < 50 mm bioséchée	17	2,2	4 250	8,5	8	16 000	271
Métaux ferreux <sup>(1)</sup>	2,2	0,28	550	---	---	---	---
Métaux non ferreux <sup>(1)</sup>	0,8	0,1	200	---	---	---	---
Verre <sup>(1)</sup>	4,1	0,51	1 025	---	---	---	---

- (1) Masse non considérée dans le calcul du bilan. Il ne s'agit pas de la quantité réellement récupérable mais plutôt du contenu total dans les ordures ménagères  
 (2) Non broyé  
 (3) Broyé < 50 mm  
 (4) À déterminer en fonction du conditionnement des produits n° 1 et n° 2 et du jumelage

Le détail du bilan massique et volumique en fonction des équipements de la chaîne de TMB se retrouve à l'annexe L. Ces données pourront servir à la Ville de Montréal afin d'établir le dimensionnement détaillé et d'évaluer les coûts d'un tel procédé.

## 5. CONCLUSION

La Ville de Montréal a mandaté le CRIQ pour réaliser un projet pilote-laboratoire de traitement mécano-biologique (TMB) des ordures ménagères. Les ordures ménagères sont les matières collectées des résidences desservies par une collecte à trois voies : matières recyclables, matières compostables et ordures ménagères. Par la réalisation de ce projet, la Ville souhaitait obtenir les informations requises pour aller de l'avant dans la mise en place d'une usine pilote pour le traitement, en première phase, de 25 000 tonnes d'ordures ménagères tel que spécifié dans son plan directeur. Le CRIQ avait le mandat de définir les paramètres d'opération des équipements devant composer une chaîne de traitement TMB ainsi que d'établir les avantages et les désavantages de la chaîne proposée ainsi que ses limites.

La réalisation de celui-ci s'est déroulée du mois d'octobre 2008 au mois de mai 2009. Les travaux réalisés dans ce projet ont consisté à :

- Échantillonner et caractériser des ordures ménagères et divers rejets de centres de tri (résidus de construction, rénovation et démolition (CRD), de matières recyclable) et de centres de compostage de la Ville de Montréal;
- Déterminer le besoin de réaliser des mélanges à partir des divers types d'ordures ménagères disponibles;
- Rechercher des informations sur les caractéristiques requises pour la valorisation énergétique des combustibles produits par le TMB;
- Réaliser des essais pilotes de TMB en laboratoire et à grande échelle sur des ordures ménagères en vue de déterminer la nécessité ou non de faire le séchage biologique sur les ordures ménagères ou sur les fractions du tamisage. Il s'agissait aussi de déterminer les proportions et les caractéristiques des diverses fractions obtenues lors du tamisage des ordures ménagères;
- Rechercher et sélectionner les équipements utilisés dans les procédés de TMB et rechercher des équipementiers québécois dans ce domaine;
- Interpréter et intégrer les résultats menant à l'élaboration d'un concept de chaîne de TMB adapté aux ordures ménagères de la Ville de Montréal.

Lors de la réalisation de ce projet, plusieurs mesures, analyses et observations ont été faites. Voici les principaux éléments à retenir :

### **Faits saillants ordures ménagères brutes**

- La quantité d'ordures ménagères produites par foyer a été évaluée à 11,3 kg/sem./foyer;
- Les « matières compostables » représentent plus de 50 % des ordures ménagères;
- La catégorie de matières à fort contenu énergétique comme par exemple le papier et les divers types de plastiques constitue près de 25 % de la masse totale des ordures ménagères;
- La différence quant à la composition de matières dans les ordures ménagères des trois secteurs échantillonnés (Pointe-Claire, Côte Saint-Luc et Westmount) n'est pas significative;
- Selon les saisons, les résultats d'analyse peuvent avoir été influencés par la composition des ordures ménagères. Toutefois, cette variable n'a pas été évaluée dans le cadre de ce projet;
- Les ordures ménagères brutes ont une teneur en eau d'environ 40 %;
- Les ordures ménagères brutes ont un pouvoir calorifique intéressant (20 MJ/kg à base sèche), mais une teneur en eau trop élevée (40 %) pour une valorisation énergétique telle quelle sans traitement;
- La teneur en chlore des ordures ménagères brutes serait une des principales contraintes à leur valorisation comme combustibles de substitution;
- Il n'est pas conseillé d'ajouter les rejets des centres de tri de matières recyclables et des centres de tri de résidus de CRD aux ordures ménagères parce qu'ils sont déjà aptes à être valorisés directement. La valeur calorifique des rejets des centres de tri et de résidus de CRD est élevée et leur teneur en eau est faible.

### **Faits saillants - Fractionnement par tamisage/broyage des ordures ménagères**

- La fraction grossière (supérieure à 100 mm) qui représente plus de 50 % de la masse des ordures ménagères et qui possède une teneur en eau de 15 %, est la fraction la plus intéressante pour la valorisation énergétique (pouvoir calorifique supérieur à 20 MJ/kg à base sèche);
- La fraction grossière (supérieure à 100 mm) n'est pas malodorante;

- La fraction fine (inférieure à 50 mm) qui représente environ 10 % de la masse des ordures ménagères et qui contient une proportion importante de matières organiques, est la fraction la plus humide et présente le pouvoir calorifique le plus faible (< à 10 MJ/kg tel quel). Cette fraction doit absolument être stabilisée.
- La fraction comprise entre 50 à 100 mm possède une teneur en eau assez élevée (supérieure à 30 %) et doit être séchée biologiquement pour la valorisation énergétique;
- Il est indispensable lors du broyage que tous les sacs soient ouverts pour éviter les émanations d'odeurs dans les étapes subséquentes (séchage biologique, entreposage, manutention des ordures ménagères);
- Il est primordial de retirer les métaux ferreux à plusieurs endroits à l'intérieur du procédé de traitement.

### **Faits saillants - Séchage biologique**

- Les ordures ménagères brutes et les fractions fines (inférieures à 50 mm) n'avaient pas besoin d'ajout d'autres intrants pour que le séchage biologique s'amorce et se fasse efficacement;
- Les fractions fines sont plus humides que les ordures ménagères brutes et le séchage biologique permet de les ramener assez efficacement à une teneur en eau minimale d'environ 20 %;
- Pour répondre aux critères des cimenteries, il faudrait abaisser encore davantage la teneur en eau des ordures ménagères (15 % ou moins);
- Afin que le séchage biologique soit efficace, il faut qu'il y ait de l'aération forcée 24 heures sur 24 h. De plus, il faut qu'il y ait des brassages pour avoir une uniformité dans les ordures ménagères asséchées;
- L'utilisation du mode d'aération variable (alternance de haut et de bas niveau) permet d'assécher plus rapidement et plus efficacement que l'aération progressive qui permet de « composter/stabiliser » davantage les ordures ménagères;
- Le séchage biologique de la fraction la plus grossière (supérieure à 100 mm) ne serait pas nécessaire puisqu'elle est presque à l'humidité exigée par les cimenteries (15 %);
- Le séchage biologique ne change pas le pouvoir calorifique (sur base sèche) des ordures ménagères;

- Le séchage biologique produit un résidu asséché et relativement désodorisé en une période d'environ 20 à 30 jours;
- Le séchage biologique permet une réduction du volume d'environ 15 à 20 % et de la masse de 25 à 35 % et en général les ordures ménagères asséchées ne sentent plus les ordures, mais le compost;
- La fraction fine (inférieure à 50 mm) bioséchée pourrait servir de matière de remblai dans des lieux d'enfouissement technique. Cette fraction représente environ 10 à 15 % du volume et de la masse des ordures ménagères brutes.

Pour la valorisation énergétique d'une ou des fractions des ordures ménagères, le contenu en chlore semble être une des principales contraintes car pour ce paramètre, les critères connus de 2 cimenteries québécoises n'ont pas été rencontrés. Nous pensons que la présence de chlore dans les ordures ménagères est due à la présence de PVC (polychlorure de vinyle) qui est largement utilisé dans les emballages.

Les deux cimenteries (Ciment Lafarge et Holcim) ont montré de l'intérêt pour ces ordures ménagères et ont trouvé que la fraction d'ordures ménagères broyées (> 100 mm) qui leur a été acheminée par le CRIQ répondait à leurs exigences pour ce qui est de la teneur en eau, du pouvoir calorifique et de la granulométrie. Cependant, la teneur en chlore s'est révélée trop élevée par rapport à leurs critères d'acceptation pour ce paramètre. Toutefois, il est important de mentionner que la représentante de la Cimenterie Holcim a précisé qu'elle projette à moyen terme d'augmenter la valeur limite des halogènes totaux exprimée en chlore de 500 ppm à 1 500 ppm et à plus long terme, de ne pas avoir de limites autres que celles des émissions à la cheminée.

Face à ce constat, il appert qu'aujourd'hui le contenu en chlore (présence de PVC) est un frein à la valorisation énergétique et que des travaux supplémentaires doivent être réalisés. Ailleurs dans le monde, la valorisation énergétique des CSR (cocombustible solide de récupération) est pratiquée. Il semble que malgré une réglementation moins sévère dans certains pays et une utilisation d'installations mieux adaptées pour prendre en charge ce type de combustibles, les gestionnaires de ces résidus trouvent parfois de la difficulté à trouver preneur.

Présentement, au Québec, la valorisation des CSR n'est envisageable que dans les cimenteries, les incinérateurs ou les usines de gazéification. Les usines de cogénération au Québec sont conçues pour l'utilisation de la biomasse (bois, écorces, etc.) et ne sont pas appropriées pour brûler des résidus comme les CSR. Par contre, il est possible que dans le futur des installations plus modernes de cogénération appropriées pour l'utilisation de ce type de résidus s'implantent au Québec. Il faut aussi que les équipementiers et les exploitants d'installations énergétiques travaillent ensemble pour, d'un côté assouplir les critères d'acceptation, et de l'autre de

perfectionner les systèmes de purification des gaz de combustion tout en respectant les normes environnementales.

Parmi les équipementiers québécois associés au domaine du TMB, on retrouve quelques fournisseurs ayant des expertises intéressantes. Toutefois, l'expertise d'exploiter une usine pleine grandeur de TMB des ordures ménagères n'est présente au Canada que dans un nombre très limité d'endroits. Selon l'information disponible à ce jour, il existerait qu'une seule usine de TMB au Canada, soit l'usine de Dongara située près de Toronto.

### **Chaîne de TMB proposée**

L'exercice d'intégration des différents résultats obtenus lors de ce projet a permis de définir les principaux éléments d'une chaîne de TMB pour les ordures ménagères de la Ville de Montréal (schéma de la figure 12). Nonobstant la concentration en chlore, le procédé serait en mesure de produire 2 fractions potentiellement valorisables comme combustible énergétique (> 100 mm et 50 à 100 mm). Elles représentent près de 70 % de la masse totale d'ordures ménagères. Il serait également possible de valoriser près de 3 % de métaux ferreux. De plus, la masse d'ordures ménagères non valorisables énergétiquement représenterait environ 17 %.

La chaîne de TMB proposée est composée d'équipements largement utilisés à l'échelle industrielle. Les principaux équipements consistent en un ouvreur de sacs, deux tamiseurs à tambour rotatif, un broyeur à marteaux, un minimum de deux séparateurs magnétiques et d'une infrastructure permettant de réaliser le séchage biologique. La chaîne proposée ne comprend pas le conditionnement des produits valorisables (broyage, briquetage, etc.) car les utilisateurs potentiels ont différents critères d'acceptation.

À l'aide des informations et du bilan massique de la chaîne de TMB pour le traitement de 25 000 tonnes métriques d'ordures ménagères par année, la Ville de Montréal sera en mesure de poursuivre les travaux.

## 6. RECOMMANDATIONS

La réalisation de ce projet a permis de soulever les questions suivantes :

*Quels sont les matériaux contenant du chlore et comment les enlever?*

*Qu'elle est exactement la concentration et la variation en chlore contenues dans les fractions valorisables? Étant donné la nature des ordures ménagères et leur hétérogénéité, il est important de développer une méthode d'échantillonnage qui permettra de déterminer d'une manière plus fiable la composition des ordures ménagères...*

*Quel impact peut avoir la variation de la composition des ordures ménagères sur les propriétés des fractions produites?*

*Est-ce que l'on peut retirer de la fraction inférieure à 50 mm bioséchée des matières plastiques et les valoriser énergétiquement en respectant les critères des cimenteries?*

Ainsi pour aller de l'avant avec la mise en place d'une usine, nous recommandons la réalisation d'essais pilotes avec des équipements industriels. Il faudra s'assurer que le protocole d'échantillonnage soit réalisé de manière à fournir des résultats représentatifs de la variabilité des ordures ménagères.

Toutefois, avant de réaliser des essais pilotes, nous recommandons fortement de :

*Discuter avec les responsables des cimenteries concernant leurs besoins et leurs critères d'acceptation pour utiliser des produits combustibles provenant du traitement des ordures ménagères de la Ville de Montréal et évaluer si d'autres entreprises pourrait dans le futur adapter leurs équipements pour utiliser ces combustibles résiduels de récupération.*

La prochaine étape de ce projet devra être consacrée à l'identification des sources de chlore, à l'évaluation de la variabilité des caractéristiques des ordures ménagères brutes ainsi que des diverses fractions du tamisage par la mise à l'essai d'une procédure d'échantillonnage plus élaborée (10 à 15 échantillons à la fois) ainsi qu'à l'identification des ajustements à apporter à la chaîne de traitement TMB des ordures ménagères. Ces essais seraient réalisés avec des équipements industriels.

Ces essais devraient se réaliser sur une période de temps prolongée (12 mois) de manière à avoir des données suffisamment représentatives sur la capacité des équipements sélectionnés pour la chaîne de TMB retenue et présentée dans ce rapport, à rencontrer les critères d'acceptabilité des cimenteries ou d'autres utilisateurs potentiels à valoriser énergétiquement les diverses fractions des ordures ménagères.

---

**ANNEXE A**

**PHOTOS DU PROJET**

---

**LE CONTENU DE L'ANNEXE A  
EST FOURNI DANS UN DOCUMENT COMPLÉMENTAIRE**

---

**ANNEXE B**

**MÉTHODES D'ANALYSE**

---

**TABLEAU B-1 MÉTHODES D'ANALYSE**

<b>ANALYSE</b>	<b>MÉTHODE OU RÉFÉRENCE</b>	<b>APPAREIL OU TECHNIQUE</b>	<b>LABORATOIRE D'ANALYSE</b>
Matière organique totale (MOT)	ASTM D2974		CRIQ
Teneur en eau (TEE)	ASTM D2974		CRIQ
Teneur en cendres	ASTM D2974		CRIQ
Métaux : Al,Sb,Ag,As,Ba,Be,Bi, Cd,Ca,Cr,Co,Cu,Sn,Fe,Li,Mg, Mn,Hg,Mo,Ni,Pb,K,Se,Na,Sr,Ti Ti,V,Zn	MA200-Mét.1,1 R3	ICP	CRIQ Bodycote
Halogénures totaux (en Cl)	Combustion Dosage chlorures		Bodycote
Fluorures totaux	Fusion alcaline (Méthode interne), EPA13A		Bodycote
Soufre total	Combustion	LECO S-144 DR	Bodycote
Pouvoir calorifique supérieur	ASTM E 711	Bombe calorimétrique	CRIQ
C,H,N		LECO CHN- 2000	Université Laval
Halogènes organiques totaux (en Cl)	18-11-02, V1,R1	Calorimétrie	Bodycote
Autoéchauffement	Fait dans des chaudières isolées de 20 litres		CRIQ
MVA (masse volumique apparente)	Mesure du rapport masse sur volume		CRIQ

---

**ANNEXE C**

**LISTE DES CATÉGORIES UTILISÉES POUR LE TRI DES ORDURES MÉNAGÈRES  
ET DES DIVERS TYPES DE REJETS**

---

**TABLEAU C-1 LISTE DES CATÉGORIES UTILISÉES POUR LE TRI DES ORDURES MÉNAGÈRES ET DES DIVERS TYPES DE REJETS**

Catégorie	Description et exemples (liste non exhaustive)
<b>(1) Papier-carton</b>	Journaux, revues et magazines, papier de bureau, livres, bottin téléphonique, sacs et emballages de papier Kraft, boîte de céréales ou de biscuits, carton d'œufs, pinte de lait, carton de jus (tétra-pak), contenants composites : emballage composé de plusieurs matériaux (fibre, plastique, aluminium) en majorité de fibres : contenant de Pringles, de Quick, de jus congelé
<b>(2) Emballage de verre</b>	Bouteille et contenant de verre
<b>(3) Autres verres</b>	Céramique, verre plat, ampoule, miroir, vaisselle en pyrex
<b>(4) Emballage en métal et aluminium</b>	Canette, boîte de conserve, papier d'aluminium
<b>(5) Autres métaux</b>	Inclus les métaux refusés dans la collecte sélective : ferraille, tôle, tuyauterie, clous, ustensiles, pièce de vélo, poêles et chaudières
<b>(6) Plastiques n° 1 à n° 5 et n° 7</b>	Bouteille, contenant et couvercle
<b>(7) Plastique n° 6, films plastique et autres plastiques</b>	Inclus les plastiques refusés dans la collecte sélective : plastique n° 6, sacs et films plastique, emballage et bouchon sans numéro, brosse à dents, tube dentifrice, bâton désodorisant, stylo, CD
<b>(8) Matières compostables</b>	Reste de table, sachet de thé, marc de café, gazon, feuilles, plantes, branches, fibres sanitaires (serviette hygiénique, couches, papier mouchoir, papier à main), litières animales
<b>(9) Encombrants et résidus de CRD</b>	Bois, bardeaux d'asphalte, tapis, béton, brique, pierre, terre, céramique, gros et petits électroménagers, appareils informatiques et électroniques, meubles
<b>(10) Résidus domestiques dangereux</b>	Pile, peinture, solvant, huile usée, aérosol, insecticide
<b>(11) Textile</b>	Fibres naturelles et synthétiques, torchon, serviette, chaussure
<b>(12) Autres</b>	Objets divers aptes au réemploi incluant outils, articles de maison et de sport et tout autre matière non incluse dans les autres catégories

---

**ANNEXE D**

**COMPOSITION DES ORDURES MÉNAGÈRES DE  
POINTE-CLAIRE, WESTMOUNT ET CÔTE SAINT-LUC  
TRIÉES AU COURS DES TROIS CAMPAGNES**

---

**TABLEAU D-1 COMPOSITION DES ORDURES MÉNAGÈRES DE POINTE-CLAIRE TRIÉES AU COURS DES TROIS CAMPAGNES**

CATÉGORIE DE MATIÈRES	CAMPAGNE 1		CAMPAGNE 2		CAMPAGNE 3		TOTAL	
	MASSE (kg)	PROPORTION (%)	MASSE (kg)	PROPORTION (%)	MASSE (kg)	PROPORTION (%)	MASSE (kg)	PROPORTION (%)
(1) Papier-carton	7,10	10,8	6,90	11,9	4,50	6,9	18,50	9,8
(2) Emballages verre	0,20	0,3	2,25	3,9	3,05	4,7	5,50	2,9
(3) Autres verres	0,40	0,6	0,00	0,0	0,10	0,2	0,50	0,3
(4) Emballages métal et aluminium	0,85	1,3	0,85	1,5	0,60	0,9	2,30	1,2
(5) Autres métaux	0,05	0,1	0,05	0,1	0,10	0,2	0,20	0,1
(6) Plastiques n° 1 à n° 5 et n° 7	1,40	2,1	0,55	1,0	1,25	1,9	3,20	1,7
(7) Plastique n° 6, films et autres plastiques	10,00	15,2	4,25	7,4	4,50	6,9	18,75	9,9
(8) Matières compostables	35,50	53,8	23,25	40,2	46,40	71,6	105,15	55,8
(9) Encombrants et résidus de CRD	2,90	4,4	13,50	23,4	0,10	0,2	16,50	8,8
(10) Résidus domestiques dangereux	0,20	0,3	0,30	0,5	0,30	0,5	0,80	0,4
(11) Textile	4,60	7,0	3,25	5,6	2,80	4,3	10,65	5,6
(12) Autres	2,75	4,2	2,65	4,6	1,10	1,7	6,50	3,4
<b>TOTAL</b>	<b>65,95</b>	<b>100,0</b>	<b>57,80</b>	<b>100,0</b>	<b>64,80</b>	<b>100,0</b>	<b>188,55</b>	<b>100,0</b>

**TABLEAU D-2 COMPOSITION DES ORDURES MÉNAGÈRES DE WESTMOUNT TRIÉES AU COURS DES TROIS CAMPAGNES**

CATÉGORIE DE MATIÈRES	CAMPAGNE 1		CAMPAGNE 2		CAMPAGNE 3		TOTAL	
	MASSE (kg)	PROPORTION (%)	MASSE (kg)	PROPORTION (%)	MASSE (kg)	PROPORTION (%)	MASSE (kg)	PROPORTION (%)
(1) Papier-carton	5,40	9,3	6,95	14,0	7,65	13,0	20,00	12,0
(2) Emballages verre	0,80	1,4	2,15	4,3	0,95	1,6	3,90	2,3
(3) Autres verres	0,00	0,0	0,00	0,0	4,35	7,4	4,35	2,6
(4) Emballages métal et aluminium	1,80	3,1	4,85	9,8	1,35	2,3	8,00	4,8
(5) Autres métaux	0,00	0,0	0,50	1,0	0,00	0,0	0,50	0,3
(6) Plastiques n° 1 à n° 5 et n° 7	1,10	1,9	0,35	0,7	0,95	1,6	2,40	1,4
(7) Plastique n° 6, films et autres plastiques	5,65	9,8	6,35	12,8	8,25	14,0	20,25	12,2
(8) Matières compostables	40,05	69,3	22,15	44,7	23,00	39,0	85,20	51,2
(9) Encombrants et résidus de CRD	0,90	1,6	1,25	2,5	1,30	2,2	3,45	2,1
(10) Résidus domestiques dangereux	0,15	0,3	0,25	0,5	0,00	0,0	0,40	0,2
(11) Textile	1,00	1,7	1,50	3,0	4,35	7,4	6,85	4,1
(12) Autres	0,95	1,6	3,20	6,5	6,80	11,5	10,95	6,6
<b>TOTAL</b>	<b>57,80</b>	<b>100,0</b>	<b>49,50</b>	<b>100,0</b>	<b>58,95</b>	<b>100,0</b>	<b>166,25</b>	<b>100,0</b>

**TABLEAU D-3 COMPOSITION DES ORDURES MÉNAGÈRES DE CÔTE SAINT-LUC TRIÉES AU COURS DES TROIS CAMPAGNES**

CATÉGORIE DE MATIÈRES	CAMPAGNE 1		CAMPAGNE 2		TOTAL	
	MASSE (kg)	PROPORTION (%)	MASSE (kg)	PROPORTION (%)	MASSE (kg)	PROPORTION (%)
(1) Papier-carton	10,55	24,5	7,70	12,4	18,25	17,3
(2) Emballages verre	0,10	0,2	3,80	6,1	3,90	3,7
(3) Autres verres	0,70	1,6	0,00	0,0	0,70	0,7
(4) Emballages métal et aluminium	1,50	3,5	1,25	2,0	2,75	2,6
(5) Autres métaux	0,00	0,0	0,05	0,1	0,05	0,0
(6) Plastiques n° 1 à n° 5 et n° 7	0,95	2,2	1,90	3,1	2,85	2,7
(7) Plastique n° 6, films et autres plastiques	3,10	7,2	10,10	16,2	13,20	12,5
(8) Matières compostables	21,25	49,4	32,85	52,8	54,10	51,4
(9) Encombrants et résidus de CRD	1,70	3,9	2,00	3,2	3,70	3,5
(10) Résidus domestiques dangereux	1,25	2,9	0,25	0,4	1,50	1,4
(11) Textile	1,10	2,6	1,70	2,7	2,80	2,7
(12) Autres	0,85	2,0	0,65	1,0	1,50	1,4
<b>TOTAL</b>	<b>43,05</b>	<b>100,0</b>	<b>62,25</b>	<b>100,0</b>	<b>105,30</b>	<b>100,0</b>

---

**ANNEXE E**

**CARACTÉRISATION DES ORDURES MÉNAGÈRES**  
**RÉSULTATS D'ANALYSE DES MÉTAUX**

---

TABLEAU E-1

## RÉSULTATS D'ANALYSE

PARAMÈTRE	CONCENTRATION mg/kg (%)							
	33273 (POINTE- CLAIRE)	33276 (CENTRE DE TRI)	33429 (RÉSIDUS DE CRD)	33496 (CENTRE DE TRI)		SPÉCIFICATIONS POUR COCOMBUSTIBLE UTILISÉ DANS LES CIMENTERIES EN BELGIQUE	SPÉCIFICATIONS COURANTES POUR FUEL DE SUBSTITUTION UTILISÉ DANS LES CIMENTERIES EN ANGLETERRE	RÉSIDUS VALORISABLES (CIMENT ST LAURENT)
Aluminium (base sèche)	6 600	620	2 500	800				
Antimoine (Sb) (base sèche)	3,8	2,3	< 0,5	13		10	< 50	200
Argent (Ag) (base sèche)	1,0	2,3	< 0,5	0,7				
Arsenic (As) (base sèche)	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5		10	< 50	379
Baryum (Ba) (base sèche)	46	83	100	40				
Béryllium (Be) (base sèche)	< 1	< 1	< 1	< 1		1		
Bismuth (Bi) (base sèche)	<10	<10	< 10	< 10				
Bore(B) (base sèche)	9	11	88	32				
Cadmium (Cd) (base sèche)	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1,4		10		5
Calcium (Ca) (base sèche)	19 000	6 900	59 000	14 000				
Chrome (Cr) (base sèche)	13	10	9	39			< 200	443
Cobalt (Co) (base sèche)	<1	1	2	<1			< 100	200
Cuivre (Cu) (base sèche)	620	75	22	580			< 600	500
Étain (Sn) (base sèche)	14	11	9	14				
Fer (Fe) (base sèche)	2 400	710	3 600	1 100				
Fluorures totaux (base sèche)	79	30	180	< 130		(0,1 %)	(< 0,5 %)	
Halogénures totaux (exprimé en Cl) (base sèche)	1 783/3 476	12 300	9 300	(1,4 %)		(0,5 %)	(< 2 %)	(0,05 %)
Lithium (Li) (base sèche) (base sèche)	2	< 1	5	< 1				
Magnésium (Mg) (base sèche)	1 200	400	3 400	500				
Manganèse (Mn) (base sèche)	740	52	95	53			< 250	300
Mercure (Hg) (base sèche)	0,08	0,13	0,17	0,08			< 20	2

**TABLEAU E-1 RÉSULTATS D'ANALYSE (suite)**

PARAMÈTRE	CONCENTRATION mg/kg (%)							
	33273 (POINTE- CLAIRE)	33276 (CENTRE DE TRI)	33429 (RÉSIDUS DE CRD)	33496 (CENTRE DE TRI)		SPÉCIFICATIONS POUR COCOMBUSTIBLE UTILISÉ DANS LES CIMENTERIES EN BELGIQUE	SPÉCIFICATIONS COURANTES POUR FUEL DE SUBSTITUTION UTILISÉ DANS LES CIMENTERIES EN ANGLETERRE	RÉSIDUS VALORISABLES (CIMENT ST LAURENT)
Molybdène (Mo) (base sèche)	2	1	< 1	< 1		20		
Nickel (Ni) (base sèche)	5	< 2	10	2			< 50	100
Plomb (Pb) (base sèche)	170	12	54	56			< 500	100
Potassium (K) (base sèche)	2 400	480	1 300	390				
Sélénium (Se) (base sèche)	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5		10		5
Sodium (Na) (base sèche)	2 800	790	960	1 100				
Soufre total (base sèche)	800	900	13 000 (1,3 %)	700		(0,4 %)	(0,3 %)	(2,0 %)
Strontium (Sr) (base sèche)	29	12	160	22				
Thallium (Tl) (base sèche)	< 5	< 5	< 5	< 5				50
Titan (Ti) (base sèche)	81	23	130	18				
Vanadium (V) (base sèche)	< 5	< 5	30	< 5			< 50	300
Zinc (Zn) (base sèche)	310	360	150	160		500		500
Halogènes organiques totaux (base sèche)	590	640						1 500
Pouvoir calorifique MJ/kg	11					15	23-29	12,8 min.
Teneur en humidité	43,6 %	6,3 %	18,7 %	4,5 %				Inférieure à 10 %
Sb+As+Cr+Co+Cu+Pb+Mn+Ni+Sn+V (mg/kg) (base sèche)	1 558						<1 800	
V+Cr+Co+Ni+Cu+Pb+Mn+Sn (base sèche)	1 554					200		
Cendres (%) (base sèche)	18,1	9,5 %	26,7 %	20,9 %		5 %	n. s.	n. s.

n. s. non spécifié

---

**ANNEXE F**

**CARACTÉRISATION DES ORDURES MÉNAGÈRES**

**CARACTÉRISATION DES CENDRES**

---

**TABLEAU F-1 CONCENTRATION EN MÉTAUX LOURDS**

PARAMÈTRE	33429 RÉSIDUS DE CRD	33496 CENTRE TRI N° 2	33273 POINTE CLAIRE N° 1	33276 CENTRE TRI N° 1
Arsenic b. s. (mg/kg)	6,25	< 3,0	1,38	16,14
Cadmium b. s. (mg/kg)	2,9	36,92	5,15	83,8
Cobalt b. s. (mg/kg)	9,93	21,96	4,72	45,9
Chrome b. s. (mg/kg)	66,9	285	136	1 160
Cuivre b. s. (mg/kg)	8 764	2 512	7 510	6 548
Mercure b. s. (mg/kg)	-	-	-	-
Molybdène b. s. (mg/kg)	2,27	8,21	6,73	13,07
Nickel b. s. (mg/kg)	38,04	180	83,09	118
Plomb b. s. (mg/kg)	214	1 146	1 094	664
Sélénium b. s. (mg/kg)	<2,8	<2,8	<2,8	<2,8
Zinc b. s. (mg/kg)	899	5 268	4 261	7 166

b. s. : base sèche

**TABLEAU F-2 CONCENTRATION EN MÉTAUX LOURDS ET OLIGO-ÉLÉMENTS**

PARAMÈTRE	33429 RÉSIDUS DE CRD	33496 CENTRE TRI N° 2	33273 POINTE-CLAIRE N° 1	33276 CENTRE TRI N° 1
Phosphore total b. s. (mg/kg)	710	1 246	12 750	5 081
Potassium total b. s. (mg/kg)	3 550	2 010	11 087	7 282
Aluminium b. s. (mg/kg)	13 882	41 583	99 936	137 954
Fer b. s. (mg/kg)	29 343	46 837	18 548	26 536
Bore b. s. (mg/kg)	136	134	82,4	352
Calcium b. s. (mg/kg)	158 615	98 100	142 166	180 067
Magnésium b. s. (mg/kg)	11 563	4 958	8 919	7 715
Manganèse b. s. (mg/kg)	3 577	848	343	411
Sodium b. s. (mg/kg)	3 451	9 715	19 352	13 908

b. s. : base sèche

---

**ANNEXE G**

**COMPOSITION DES REJETS D'UN CENTRE DE TRI DES MATIÈRES  
RECYCLABLES TRIÉS AU COURS DES DEUX CAMPAGNES**

---

**TABLEAU G-1 COMPOSITION DES REJETS D'UN CENTRE DE TRI DES MATIÈRES RECYCLABLES TRIÉS AU COURS DES DEUX CAMPAGNES**

CATÉGORIE DE MATIÈRES	CAMPAGNE 1		CAMPAGNE 2		TOTAL	
	MASSE (kg)	PROPORTION (%)	MASSE (kg)	PROPORTION (%)	MASSE (kg)	PROPORTION (%)
(1) Papier-carton	2,85	8,8	10,90	19,2	13,75	15,4
(2) Emballages verre	0,70	2,2	0,95	1,7	1,65	1,8
(3) Autres verres	0,00	0,0	0,05	0,1	0,05	0,1
(4) Emballages métal et aluminium	0,05	0,2	0,55	1,0	0,60	0,7
(5) Autres métaux	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0
(6) Plastiques n° 1 à n° 5 et n° 7	3,75	11,6	1,15	2,0	4,90	5,5
(7) Plastique n° 6, films et autres plastiques	10,25	31,7	19,75	34,7	30,00	33,6
(8) Matières compostables	1,10	3,4	0,85	1,5	1,95	2,2
(9) Encombrants et résidus de CRD	0,00	0,0	2,45	4,3	2,45	2,7
(10) Résidus domestiques dangereux	0,35	1,1	0,00	0,0	0,35	0,4
(11) Textile	8,30	25,7	11,50	20,2	19,80	22,2
(12) Autres	5,00	15,5	8,70	15,3	13,70	15,4
<b>TOTAL</b>	<b>32,35</b>	<b>100,0</b>	<b>56,85</b>	<b>100,0</b>	<b>89,20</b>	<b>100,0</b>

---

**ANNEXE H**

**RÉSULTATS DES ESSAIS DE SÉCHAGE BIOLOGIQUE**

---

**LE CONTENU DE L'ANNEXE H  
EST FOURNI DANS UN DOCUMENT COMPLÉMENTAIRE**

---

**ANNEXE I**

**SPÉCIFICATION DES COMBUSTIBLES ALTERNATIFS**

---

	2- Deuxième qualification matière alternative (métaux et lixiviats)		
	FO-APP.A-0018	Révision1	Page 1 de 1

Fournisseur	
Compagnie	
Site	
Téléphone	
Contact	
Fax	

Matière	
Nom de la matière	

### Paramètres à mesurer - Métaux (ppm)

As	Na	Ca	Cu	Cr	Fe	Ni	Mg

Mn	Tl	Cd	Zn	Se	Sb	Ag	Co

Ba	Pb	Te	Tl	Mo	Sn	B	P

Be	Hg	V	K	Al	Cl	F

### Paramètres à mesurer - Lixiviats (mg/L)

As	Ba	B	Cd	Cyanures totaux*	Fluorures totaux	Nitrates + Nitrites

Nitrites	Hg	Cr	Pb	Se	U

Formulaire rempli par : \_\_\_\_\_  
 Fonction : \_\_\_\_\_  
 Date : \_\_\_\_\_

Formulaire reçu par : \_\_\_\_\_  
 Fonction : \_\_\_\_\_  
 Date : \_\_\_\_\_

\* Que pour les liquides

Lafarge North America Inc.	Système de Gestion de la Performance	Usine de Saint-Constant
----------------------------	--------------------------------------	-------------------------

Le tableau 1.1 résume les critères d'émission proposés pour les fours à ciment qui utilisent des résidus comme combustible.

**Tableau 1.1**  
**SOMMAIRE DES CRITÈRES D'ÉMISSION PROPOSÉES**  
**POUR L'UTILISATION DES RÉSIDUS DANS LES FOURS À CIMENT**

Paramètre	Critères d'émission <sup>(1)</sup>
Particules	La limite d'émission de particules dépend du pourcentage de substitution des combustibles (basé sur la valeur thermique des déchets). La portion du volume des gaz libérés par les combustibles conventionnels est assujettie aux normes provinciales ou, en leur absence, aux émissions de référence (déterminées lorsque les combustibles dérivés des déchets demeurent inutilisés). La portion du volume des gaz libérés par la combustion des déchets est assujettie à la limite de 20 mg/m <sup>3</sup> R.  Les limites d'émission permises devraient être basées sur le remplacement maximal par les déchets. Lorsque le rapport de substitution par les déchets est supérieur à 50 %, tous les gaz d'échappement doivent respecter la limite de 20mg/m <sup>3</sup> R.
PCDD et PCDF (dioxines et furanes) <sup>(2)</sup>	0,5 ng/m <sup>3</sup> R (usines existantes) 0,1 ng/m <sup>3</sup> R (nouvelles usines)
Chlorure d'hydrogène <sup>(3)</sup>	50 mg/m <sup>3</sup> R
Métaux <sup>(3)</sup>	
Classe I Somme de l'antimoine, du cuivre, du plomb, du manganèse, du vanadium et du zinc	1,5 mg/m <sup>3</sup> R
Classe II Somme de l'arsenic, du chrome, du cobalt, du nickel, du sélénium et du tellure	0,5 mg/m <sup>3</sup> R
Classe III Somme du cadmium, du mercure et du thallium	0,15 mg/m <sup>3</sup> R
Autres <sup>(4)</sup>	

(1) Conditions de référence (R) : 25 °C, 101,3 kPa, corrigées à 11 % O<sub>2</sub>, base sèche.

(2) Le critère d'émission de PCDD et PCDF est basé sur des mesures propres aux congénères 2,3,7 et 8 à partir des facteurs d'équivalence de la toxicité (FET), et s'applique quel que soit le rapport de substitution des combustibles. Les autorités provinciales pourraient imposer des limites plus strictes pour garantir une protection appropriée de la qualité de l'air ambiant et de l'environnement.

(3) Les critères pour les métaux et l'acide chlorhydrique s'appliquent quel que soit le pourcentage de substitution des combustibles.

(4) Les autorités provinciales devraient aussi envisager de vérifier les éléments SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> et CO de même que tous autres paramètres dont elles ont besoin.

---

**ANNEXE J**

**RÈGLEMENT**

---

Annexe II de Règlement sur l'enfouissement et l'incinération  
de matières résiduelles (c. Q-2, r.6.02)

FACTEURS INTERNATIONAUX D'ÉQUIVALENCE DE  
TOXICITÉ POUR LES CONGÉNÈRES SPÉCIFIQUES DES  
PCDD(POLYCHLORODIBENZO-P-DIOXINES) ET DES  
PCDF(POLYCHLORODIBENZOFURANES)

Congénères	Facteur d'équivalence de toxicité
2,3,7,8-T4CDD	1
1,2,3,7,8-P5CDD	1
1,2,3,4,7,8-H6CDD	0,1
1,2,3,6,7,8-H6CDD	0,1
1,2,3,7,8,9-H6CDD	0,1
1,2,3,4,6,7,8-H7CDD	0,01
OCDD	0,0001
2,3,7,8-T4CDF	0,1
2,3,4,7,8-P5CDF	0,5
1,2,3,7,8-P5CDF	0,05

1,2,3,4,7,8-H6CDF	0,1
1,2,3,7,8,9-H6CDF	0,1
1,2,3,6,7,8-H6CDF	0,1
2,3,4,6,7,8-H6CDF	0,1

---

1,2,3,4,6,7,8-H7CDF	0,01
1,2,3,4,7,8,9-H7CDF	0,01

---

OCDF	0,0001
------	--------

---

D. 451-2005, Ann. II; D. 15-2007, a. 79.

D. 451-2005, 2005 G.O. 2, 1880 et 2006 G.O. 2, 1433  
D. 15-2007, 2007 G.O. 2, 697  
D. 808-2007, 2007 G.O. 2, 3899  
D. 441-2008, 2008 G.O. 2, 2098

---

**ANNEXE K**

**INFORMATIONS SUR LES ENTREPRISES QUÉBÉCOISES DE TMB**

---

**INDUSTRIES MACHINEX INC.**

2121, rue Olivier, Plessisville (QC) G6L 3G9 CANADA  
819-362-3281, Téléc. : 819-362-2280

Courriel: info@machinex.ca

Site web: www.machinex.ca

Région : 17 Centre-du-Québec, MRC : 320 L'Érable

Nom anglais MACHINEX INDUSTRIES INC.

NEQ 1141804550

**Produits****• produits fabriqués**

- convoyeurs à chaîne
- convoyeurs à courroie
- convoyeurs à vis
- convoyeurs magnétiques

- convoyeurs pour l'industrie minière et des carrières
- élévateurs à godets
- équipement pour l'industrie de la récupération et du recyclage des matériaux
- métal en feuille (travail sur commande)

**• produits distribués**

- équipement pour l'industrie de la récupération et du recyclage des matériaux

**Marques de commerce ou entreprises représentées****• fabrication**

- MACH OCC
- MACH ONE

- MACH TWO

- MACHINEX

**• distribution**

- AMERICAN BALER
- COASTAL WIRE

- PELLENC SELECTIVE TECHNOLOGIES

- VECOPLAN

**Sous traitance**

À l'occasion (moins de 20 % du chiffre d'affaires)

**Exportation**

Exporte

**Territoires de vente ou desservis**

- Québec (provincial)
- Provinces atlantiques

- Ontario
- Ouest et Nord du Canada

- États-Unis
- Europe de l'Ouest

**Type d'entreprise**

fabricant

**Date de constitution**

1970-01-01

**Employés**

à la production : 100 autres : 40 total : 140

**Chiffre d'affaires**

Inconnu

**Activités SCIAN**

333920 Fabrication de matériel de manutention

**Responsables**

- princ. administrateur
- du marketing
- des ventes
- de l'exportation

M. Pierre Paré, président  
M. Gaétan Bolduc  
M. Gaétan Bolduc  
M. Gaétan Bolduc

**N° de dossier**

5614 [Modifier mon profil](#)

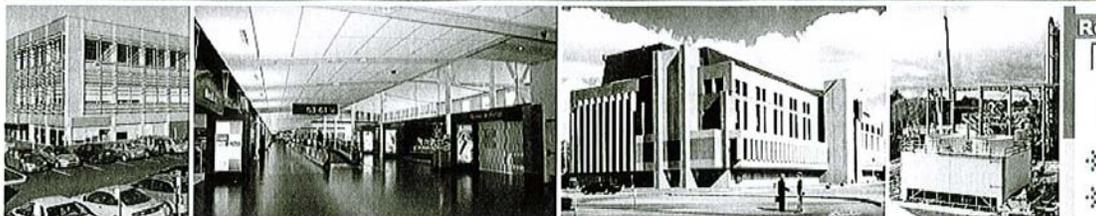
**Dernière mise à jour**

2009-01-08

[http://www.icriq.com/pls/owa\\_rib/ribwaff1.afficher\\_profil?p\\_id\\_req=24718276&p\\_cle=ASJKQV0SNX](http://www.icriq.com/pls/owa_rib/ribwaff1.afficher_profil?p_id_req=24718276&p_cle=ASJKQV0SNX)

2009-04-20

ACCUEIL | VOICI AECON | CE QUE NOUS OFFRONS | INVESTIR | CARRIÈRES



>Buildings>Infrastructure>Concessions>Constructors>Industrial>IST>Groupe Aecon Qué



## Groupe Aecon Québec Ltée – Pour nous joindre – Où nous trouver

**Groupe Aecon Québec Ltée**  
Bureau de Montréal  
255, boul. Crémazie Est, bureau 300  
Montréal (Québec)  
CANADA  
H2M 1M2  
Tél. : 514-352-0100  
Télé. : 514-352-0524  
Courriel : [info@aecon.com](mailto:info@aecon.com)  
[carte](#)

**Groupe Aecon Québec Ltée**  
Bureau de Québec  
2500, rue Jean-Perrin, bureau 211  
Québec (Québec)  
CANADA  
G2C 1X1  
Tél. : 418-843-6568  
Télé. : 418-843-8896  
Courriel : [info@aecon.com](mailto:info@aecon.com)  
[carte](#)

**Groupe Aecon Québec Ltée**  
Bureau de Longueuil  
1100 Boul. Marie-Victorin Local 38a  
Longueuil, (Québec)  
CANADA  
J4G 2H9  
Tél. : (450) 651-0300  
Télé. : (450) 651-0107  
Courriel : [info@aecon.com](mailto:info@aecon.com)

Site par Network ISG

**SHERBROOKE O.E.M. LTÉE**

262, rue Pépin, Sherbrooke (QC) J1L 2V8 CANADA  
 819-563-7374, Téléc. : 819-563-7556  
 Courriel: mtremblay@sherbrooke-oem.com  
 Site web: www.sherbrooke-oem.com  
 Région : 05 Estrie , MRC : 430 Sherbrooke

**Nom anglais** SHERBROOKE O.E.M. LTD

**NEQ** 1147149513

**Produits**

- **produits fabriqués**
  - ◊ convoyeurs (fabrication sur commande)
  - ◊ équipement pour l'industrie de la récupération et du recyclage des matériaux

**Marques de commerce ou entreprises représentées**

- **fabrication**
  - ◊ OEM

**Sous traitance** À l'occasion (moins de 20 % du chiffre d'affaires)

**Exportation****Exporte****Territoires de vente ou desservis**

- ◊ Québec (provincial)
- ◊ Provinces atlantiques
- ◊ Ontario
- ◊ Ouest et Nord du Canada
- ◊ États-Unis

**Type d'entreprise**

fabricant

**Date de constitution**

1997-08-09

**Employés**

à la production : 70 autres : 25 total : 95

**Chiffre d'affaires**

10 M \$ à 25 M \$

**Activités SCIAN**

333920 Fabrication de matériel de manutention

**Responsables**

- **princ. administrateur** M. Alain Brasseur, président
- **du marketing** Mme Jessica Singleton
- **de l'exportation** Mme Jessica Singleton
- **des finances** Mme Manon Tremblay

**N° de dossier**36620 [Modifier mon profil](#)**Dernière mise à jour**

2008-04-07

© CRIQ



Fédération  
des fabricants de composts  
du Québec

.com

#### CONPOREC INC.

3125, rue Joseph-Simard, Sorel-Tracy (QC) J3P 5N3 CANADA  
450-746-9996, Téléc. : 450-746-7587  
Courriel: info@conporec.com  
Site web: www.conporec.com  
Région : 16 Montérégie , MRC : 530 Le Bas-Richelieu

NEQ 1163186134

#### Produits

• produits fabriqués	composts
Services offerts	projets de génie liés à la collecte et l'élimination des déchets municipaux
Sous traitance	À l'occasion (moins de 20 % du chiffre d'affaires)

#### Exportation

Exporte

#### Territoires de vente ou desservis

Québec (provincial) Europe de l'Ouest Océanie  
États-Unis

#### Succursales ou bureaux de vente au Québec

• 1305, boul. Lebourgneuf, bureau 101, Québec, (QC) G2K 2E4 CANADA, 418-527-9996, Téléc. : 418-527-7516, Courriel : alandry@conporec.com, Responsable : M. Alain Landry

#### Type d'entreprise

fabricant

#### Date de constitution

1991-09-16

#### Employés

à la production : 18 autres : 22 total : 40

#### Chiffre d'affaires

5 M \$ à 10 M \$

#### Activités SCIAN

325310 Fabrication d'engrais

#### Responsables

• princ. administrateur	M. Jean Beaudoin, président et directeur général
• des ventes	M. Paul Picard
• des achats	M. Michel Désaulniers
• des finances	M. Alain Landry
• des ress. humaines	M. Alain Landry
• de la rech. et dev.	M. Denis Potvin

#### N° de dossier

29038 [Modifier mon profil](#)

#### Dernière mise à jour

2008-02-14

© CRIQ

**CONVOYEURS B.M.G. INC.**

1533, rue Savoie, C.P. 452, Plessisville (QC) G6L 3M2 CANADA  
 819-362-3294, Téléc. : 819-362-1340  
 Courriel: infobmg@convoyeursbmg.com  
 Site web: www.convoyeursbmg.com  
 Région : 17 Centre-du-Québec, MRC : 320 L'Érable

**Nom anglais** CONVEYORS B.M.G. INC.

**NEQ** 1160988524

**Produits****• produits fabriqués**

- ◊ convoyeurs à chaîne
- ◊ convoyeurs à courroie
- ◊ convoyeurs à raclettes
- ◊ convoyeurs à rouleaux
- ◊ convoyeurs à vis
- ◊ courroies de convoyeurs
- ◊ élévateurs à godets
- ◊ équipement pour l'industrie de la récupération et du recyclage des matériaux
- ◊ séparateurs industriels

**• produits distribués**

- ◊ équipement pour l'industrie de la récupération et du recyclage des matériaux

**Services offerts**

- ◊ réparation et entretien de machines et de matériel d'usage commercial et industriel (non classés ailleurs)

**Marques de commerce ou entreprises représentées****• distribution**

- ◊ DING'S
- ◊ ERIEZ

**Programme américain et volontaire de lutte contre le terrorisme (C-TPAT)**

Non accréditée

**Sous traitance**

À l'occasion (moins de 20 % du chiffre d'affaires)

**Exportation****Exporte****Territoires de vente ou desservis**

- ◊ Québec (provincial)
- ◊ Provinces atlantiques
- ◊ Ontario
- ◊ Ouest et Nord du Canada
- ◊ États-Unis
- ◊ Asie et Moyen-Orient

**Type d'entreprise**

fabricant

**Date de constitution**

1995-09-01

**Employés**

à la production : 12 autres : 5 total : 17

**Chiffre d'affaires**

1 M \$ à 3 M \$

**Activités SCIAN**

333920 Fabrication de matériel de manutention

**Responsables**

- princ. administrateur M. Jean-Paul Bergeron, directeur général
- de la production M. Martin Pilote
- des ventes M. Daniel Chagnon
- de l'exportation M. Daniel Chagnon
- des achats M. Stéphan Croisetière
- de l'informatique M. Dyan Daigle

---

**ANNEXE L**

**BILANS MASSIQUE ET VOLUMIQUE DE LA CHAÎNE DE TMB RECOMMANDÉE**

---

**TABLEAU L-1 DÉTAIL DU BILAN MASSIQUE ET VOLUMIQUE EN FONCTION DES ÉQUIPEMENTS DE LA CHAÎNE DE TMB**

PRODUIT	MASSE			VOLUME			MVA
	(%)	(tm/h)	(tm/année)	(%)	(m <sup>3</sup> /h)	(m <sup>3</sup> /année)	(kg/m <sup>3</sup> )
<b>Ouvreur de sacs</b>							
Alimentation	100	12,5	25 000	100	95	190 000	131
<b>Tamiseur à tambour rotatif</b>							
Alimentation	100	12,5	25 000	100	95	190 000	131
Fraction < 100 mm	55	6,9	13 750	41	44	88 000	157
Produit combustible n° 1	45	5,6	11 250	59	64	128 000	88
<b>Tamiseur à tambour rotatif</b>							
Alimentation	55	6,9	13 750	41	44	88 000	157
< 50 mm	23	2,9	5 800	10	11	22 000	271
>50 mm	32	4,0	8 000	31	33	66 000	121
<b>Séchage biologique &lt; 50 mm</b>							
Alimentation	23	2,9	5 800	10	11	22 000	271
Pertes par évaporation	6	0,7	1 550	1,5	3	6 000	-
Fraction < 50 mm bioséchée	17	2,2	4 250	8,5	8	16 000	271
<b>Broyeur lent (50 mm)</b>							
Alimentation	32	4,0	8 000	31 <sup>(1)</sup>	33 <sup>(1)</sup>	66 000 <sup>(1)</sup>	121 <sup>(1)</sup>
Broyat	32	4,0	8 000	16 <sup>(2)</sup>	15 <sup>(2)</sup>	30 000 <sup>(2)</sup>	271 <sup>(2)</sup>
<b>Séchage biologique &gt; 50 mm broyé</b>							
Alimentation	32	4,0	8 000	16	15	30 000	271
Pertes par évaporation	8	1,0	2 000	3	4	8 000	-
Produit combustible n° 2	24	3,0	6 000	13	11	22 000	271
<b>Produit combustible final</b>	69	8,6	17 250	voir <sup>(3)</sup>	voir <sup>(3)</sup>	voir <sup>(3)</sup>	voir <sup>(3)</sup>

(1) Non broyé

(2) Broyé < 50 mm (par hypothèse, la MVA a été considérée comme la même que la fraction < 50 mm à la sortie du tamiseur à tambour rotatif)

(3) À déterminer en fonction du conditionnement des produits n° 1 et n° 2 et de l'imbrication