



APCAS 14e conférence Biogaz et Bioénergie

# Biométhanisation de la fraction organique extraite des ordures ménagères : Caractéristiques de la matière, potentiel de production et qualité du biogaz



PRODUCTIVITÉ



COMPÉTITIVITÉ



EXPORTATION



ENVIRONNEMENT

**Laurie Fontaine (Polytechnique Montréal),  
Yann Le Bihan (CRIQ)**

Montréal 30 mai 2017

## Collaboration entre 3 acteurs ...



CHAIRE  
DE RECHERCHE SUR  
LA VALORISATION  
DES MATIÈRES  
RÉSIDUELLES

**CRiO**  
PARTENAIRE D'INNOVATION

**Montréal**



## Mise en contexte

- Implantation d'un système de collecte des résidus alimentaires pour les immeubles de 8 logements et moins
- Désire de la ville de Montréal de maximiser les quantités et la qualité des matières organiques collectées
- Besoin d'identifier l'approche optimale pour les immeubles de 9 logements et plus



## Mandat du projet

- Identifier la composition et le profil granulométrique des ordures ménagères et des résidus alimentaires, pour les immeubles de 9 logements et plus
- Déterminer le potentiel de biométhanisation de la fraction organique retirée des ordures ménagères et celle retirée des résidus alimentaires

## Méthodologie : Choix des immeubles

**Immeubles à l'étude :** 4 immeubles de l'arrondissement **Rosemont – La Petite Patrie**

**Échantillonnage 1 :** 1 semaine d'ordures de 124 logements à l'été 2016

**Échantillonnage 2 :** 1 semaine d'ordures de 124 logements à l'automne 2016

### Immeuble témoin :

Aucune collecte séparée  
de résidus alimentaires

20 à 50  
logements



### Échantillons ramassés:

- Bac d'ordures ménagères

### Immeubles à l'étude

Desservi par la collecte  
de résidus alimentaires

9 à 20  
logements



20 à 50  
logements



50 à 100  
logements



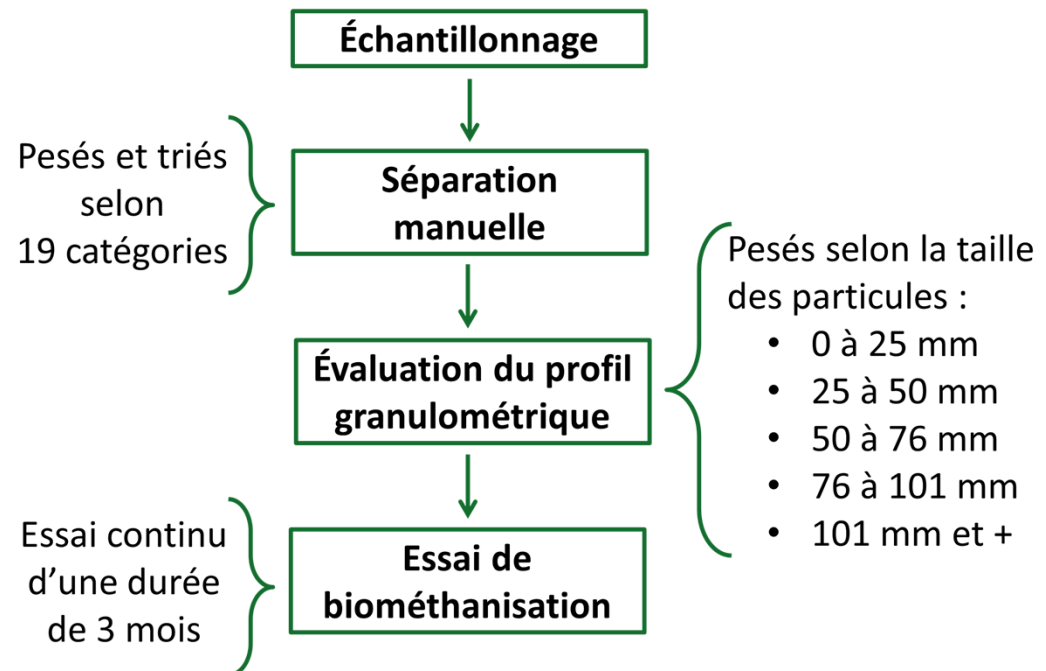
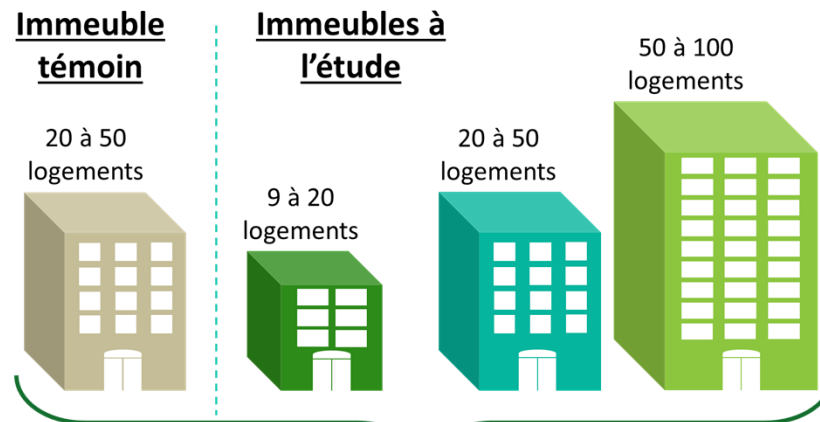
### Échantillons ramassés:

- Bac d'ordures ménagères  
- Bac de matières organiques

# Description des travaux

Identification des immeubles par la Ville de Montréal

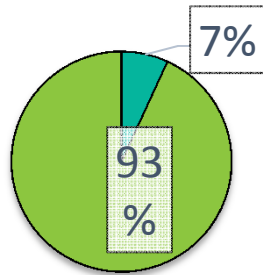
	Immeuble	Nombre de porte
1	9 à 20 logements	16
2	20 à 50 logements	30
3	50 logements et +	54
Témoin	20 à 50 logements	24



# Quantités et composition des ordures collectées

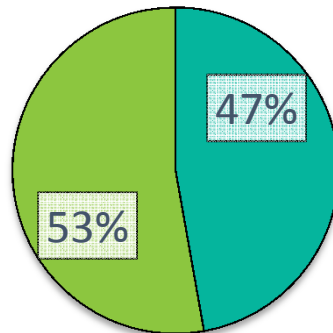
Moyenne des immeubles à l'étude

Bac de matières organiques



0.9 kg/porte/sem.

Bac d'ordures ménagères

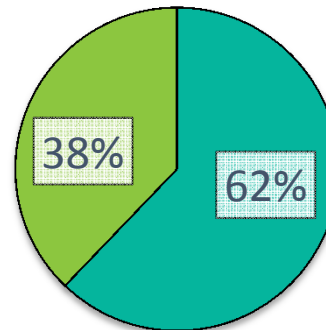


2.5 kg/porte/sem.

**3.4 kg/porte/sem.**

Immeuble témoin

Bac d'ordures ménagères



**3.7 kg/porte/sem.**

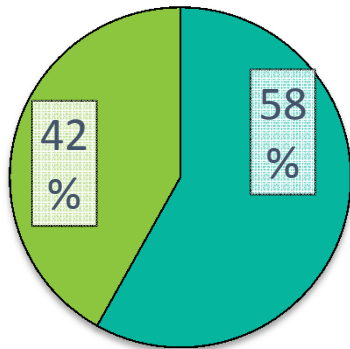
 Ordures ménagères  
 Matière organiques acceptées

**1.3 kg/porte/sem.** de matière organique est toujours présente dans les ordures des immeubles à l'étude malgré la collecte à 3 voies

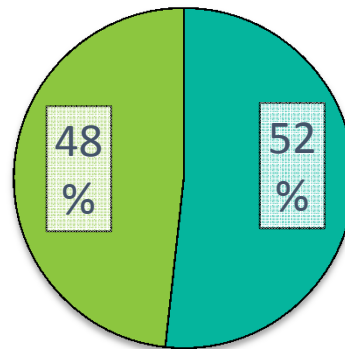


# Quantités et composition des ordures collectées

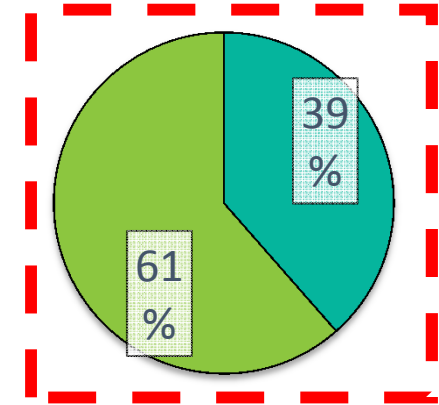
9 à 20 logements  
Bac d'ordures ménagères



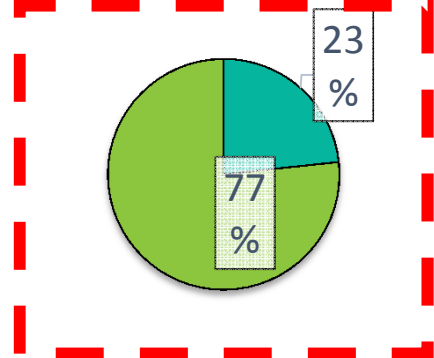
20 à 50 logements  
Bac d'ordures ménagères



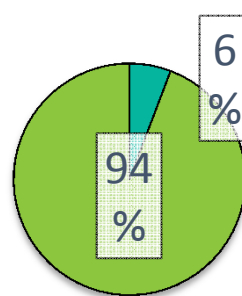
50 à 100 logements  
Bac d'ordures ménagères



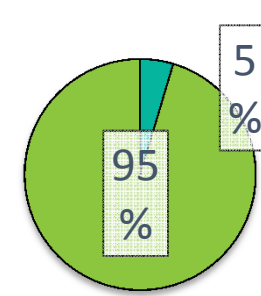
Bac de matières organiques



Bac de matières organiques



Bac de matières organiques

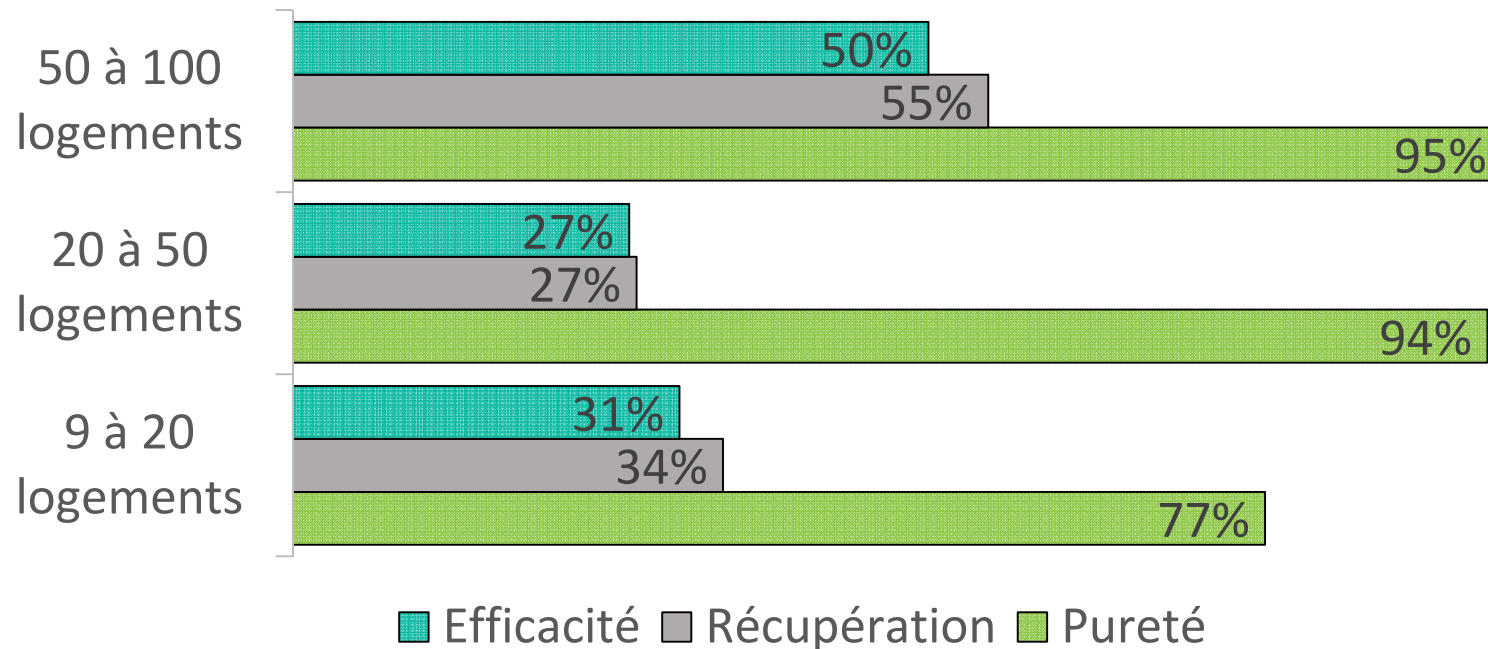


■ Ordures ménagères  
■ Matière organiques acceptées



## Indicateur de performance du tri à la source

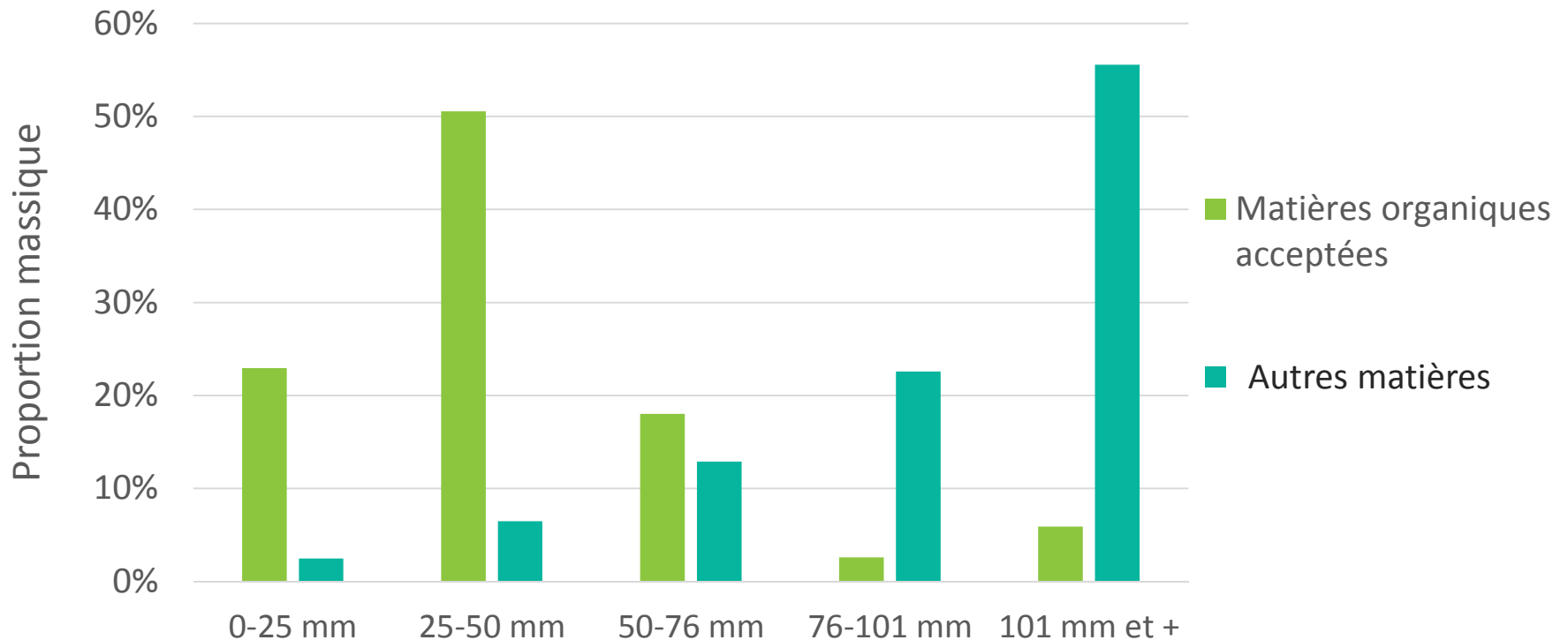
Pourcentage d'efficacité, de récupération et de pureté de la matière organique selon le nombre de logements dans les immeubles testés



L'**efficacité du tri** est définie en fonction de la récupération et de la contamination de la matière organique



## Profil granulométrique de la matière organique et des autres ordures ménagères de l'immeuble témoin



Suite à l'établissement du profil granulométrique, les **fractions 0-50 mm** des ordures ménagères ont été retenues pour réaliser les **essais de biométhanisation**. Leur **contenu en matière organique** étant intéressant.

## Objectifs:

- Récupérer la MO de la fraction 0-50 mm des ordures ménagères (OM) provenant d'immeubles multi logement et mesurer le potentiel de biométhanisation.
- Mesurer le potentiel de biométhanisation des matières organiques du bac brun (BB) provenant d'immeubles multi logement.

## Méthodologie: essais de biométhanisation

- 3 types d'essais:
  - Fraction des ordures 0-50 mm des OM d'été, essai en continu pendant 90 jours;
  - Fraction des ordures 0-50 mm des OM d'automne, essai ponctuel;
  - Total du bac de matière organique (BB) été et automne, essai ponctuel
  
- Essais en digesteur de 100 L en mode liquide, mésophile.



## Méthodologie: Préparation de la matière

- Mélange de la fraction 0-50 mm
- Mise en suspension et broyage



## Méthodologie: Préparation de la matière

- Broyage rapide dans la phase eau;
- Retrait des matières flottantes;
- Récupération de la phase eau + MO et tamisage;
- Retrait de la phase lourde
- Caractérisation + bilan.





## Méthodologie: Préparation de la matière

- Retrait des flottants
- Retrait des lourds



## Méthodologie: Préparation de la matière

- Tamisage
- Récupération de la fraction liquide





## Méthodologie: Biométhaniseur et périphériques

- Essais en continu pendant 90 jours, TRH  $\pm$  30 j;
- Analyse intrants;
- Suivi du CH<sub>4</sub> continu;
- Analyse biogaz;
- Analyse digestat;



## Résultats: caractérisation des fractions solides

CATÉGORIE DE MATIÈRE	CARACTÉRISTIQUES			
	TEE (%) (b.h.)	MOT (%) (b.s.)	ST (%) (b.h.)	STV (%) (b.h.)
0-50 mm OM (été)	61	56	39	22
0-50 mm OM (automne)	59	54	41	22
Matières organique BB (été)	83	91	17	15
Matières organique BB (automne)	78	82	22	18



## Résultats: séparation des fractions

- Pour la fraction 0-50 mm des OM:
  - 10 à 21 % pour les flottants,
  - 5 à 14 % pour le refus de tamis,
  - **16 à 32 %** pour les lourds,
  - 56 à 80 % des STV récupérés dans la pulpe.
- Pour la matière organique du BB:
  - 8-9 % pour les flottants,
  - **22-25 %** pour le refus de tamis,
  - 3-5 % pour les lourds,
  - 76-79 % des STV récupérés dans la pulpe.



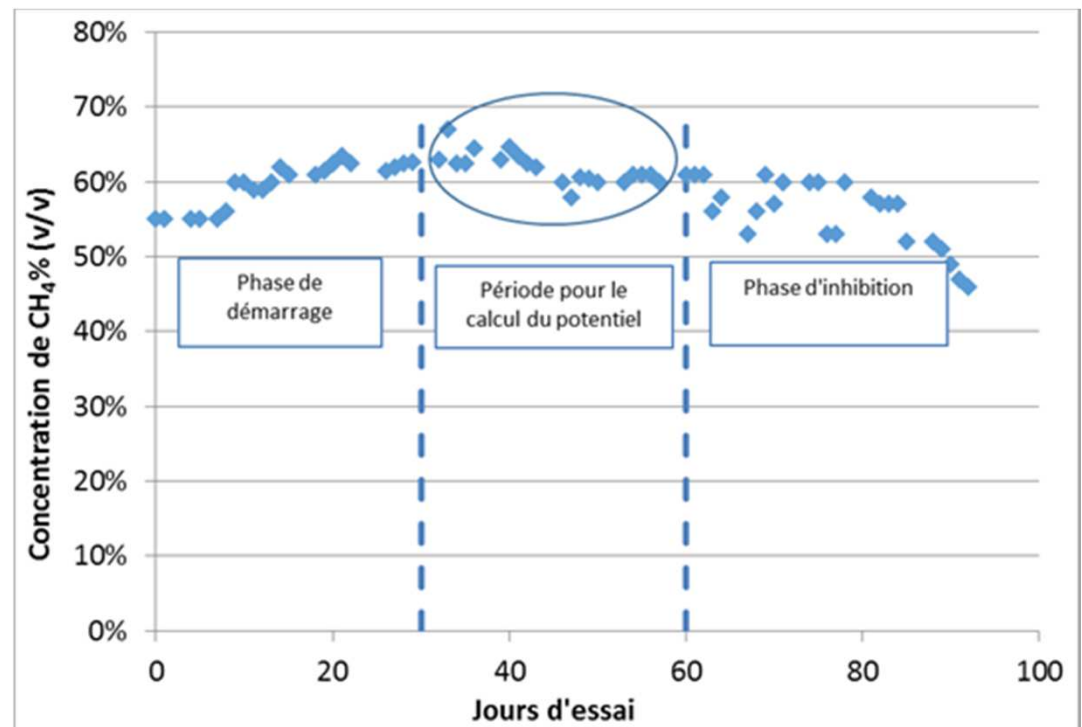
## Résultats: caractérisation de la pulpe

MATIÈRE D'ORIGINE	ST % (b.h.)	STV % (b.h.)	DCO mg/L	C/N (b.s.)	pH
0-50 mm OM été	2,9-14*	1,6-4,6*	20 000 - 46 000	9,6-12,3	5,7-6,7
0-50 mm OM automne	6,5	4,1	30 608	17,0	5,1
Matière organique BB été	3,4	3,1	42 800	17,3	4,6
Matière organique BB automne	4,2	3,7	50 750	13,2	4,8



## Résultats: Biométhanisation-Problème

- Essais en continu, TRH  $\pm 30$  j
- Inhibition observée
- Sulfure d'hydrogène >10 %
- Substrat contient du soufre 1,5 g/L et du sulfate 2,1 g/L.



## Résultats: Caractérisation-Digestat

PARAMÈTRE	PULPE FRACTION 0-50 mm été	PULPE FRACTION 0-50 mm automne	DIGESTAT 76 JOURS	TENEUR LIMITE CATÉGORIE C-MRF	
	BASE SÈCHE (mg/kg)				
				C1	C2
NTK			70 700		
P			4 914		
K			30 000		
Cr	10	6	<b>14</b>	<b>210</b>	<b>1060</b>
Ni	3	6	<b>13</b>	<b>62</b>	<b>180</b>
Cu	17	24	<b>52</b>	<b>400</b>	<b>1000</b>
Zn	106	206	<b>138</b>	<b>700</b>	<b>1850</b>
Pb	8	15	<b>10</b>	<b>120</b>	<b>300</b>
Cd	1	1	<b>0,9</b>	<b>3</b>	<b>10</b>
Mo	2	4	<b>3</b>	<b>10</b>	<b>20</b>
Co	1,4	2	<b>2</b>	<b>34</b>	<b>150</b>
Hg	0,32	< 0,2	<b>0,1</b>	<b>0,8</b>	<b>4</b>
Se	1	< 1,7	<b>1,6</b>	<b>2</b>	<b>14</b>
As	2,6	2,5	<b>4,5</b>	<b>13</b>	<b>41</b>

## Résultats: Biométhanisation-Rendements

ÉCHANTILLON	L CH <sub>4</sub> / kg STV (b.s.) pulpe	L CH <sub>4</sub> /kg de matière brute
Pulpe fraction 0-50 mm OM été, suivi continu (jour 30 et 60).	386	64
Pulpe fraction 0-50 mm OM automne. Mesure ponctuelle	273	46
Pulpe matière organique BB été. Mesure ponctuelle.	489	68
Pulpe matière organique BB automne. Mesure ponctuelle	489	79



## Conclusions

- La teneur en matière organique de la fraction 0-50 mm des OM = 54 et 56 % et > 80% pour le BB;
- La pulpe et le digestat générés par les fractions 0-50 mm des OM n'ont pas de teneurs élevées en métaux (attention au soufre);
- PBM de la fraction 0-50 mm des OM varie entre 273 et 386 L CH<sub>4</sub>/kg STV, et 489 L CH<sub>4</sub>/kg STV pour la matière du bac brun;
- Siloxanes du biogaz (OM) ±15 mg/m<sup>3</sup>;



## Conclusions

- Immeuble multi logement avec collecte à 3 voies (BB=0,9 kg/porte sem et OM=2,5 kg/porte sem @ 56% 0-50 mm):
- Biométhanisation du BB seulement = 66 L CH<sub>4</sub>/porte sem.
  - Biométhanisation du 0-50 mm des OM = 77 L CH<sub>4</sub>/porte sem
  - TOTAL = 143 L CH<sub>4</sub>/porte sem



**Merci.**  
**Des questions?**

[Yann.lebihan@criq.qc.ca](mailto:Yann.lebihan@criq.qc.ca)  
[Laurie.fontaine@polymtl.ca](mailto:Laurie.fontaine@polymtl.ca)

## Le CRIQ en bref

- Société d'État
- Créée en 1969
- Relève du MESI
- Sa mission:
  - « Contribuer à la compétitivité des secteurs industriels québécois en soutenant l'innovation en entreprise »
- Laboratoires à Montréal et Québec
- 210 employés
- Productivité, compétitivité, exportation et environnement



# Suppléments

ANALYSE DU BIOGAZ OBTENU LORS DE LA DIGESTION DE LA FRACTION 0-50 mm DES ORDURES MÉNAGÈRES

COMPOSÉ	VALEUR	UNITÉ
<b>Fonctionnement normal</b>		
CH <sub>4</sub>	58-65	% (v/v)
<b>Problématique de fonctionnement (jour 90)</b>		
CH <sub>4</sub>	41,6	% (v/v)
CO <sub>2</sub>	47	% (v/v)
H <sub>2</sub> S	9,4	% (v/v)
<b>Siloxane</b>		
D3	0,96	mg/m <sup>3</sup> eq D4
D4	1,41	mg/m <sup>3</sup> eq D4
D5	11,51	mg/m <sup>3</sup> eq D5
D6	0	mg/m <sup>3</sup> eq D5



# Suppléments

## CARACTÉRISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES DU SURNAGEANT DU DIGESTAT SÉPARÉ PAR CENTRIFUGATION

PARAMÈTRE	RÉSULTATS
<b>Digestat brut</b>	
ST %	4,6
STV %	1,9
NTK (mg/L)	1590
NH <sub>4</sub> (mg/L)	960
Salmonelle	Absence
Coliforme fécaux	6,04x10 <sup>4</sup> /100g
<b>Surnageant</b>	
DCO mg/L	6350
MES mg/L	1076
pH	7,54
NTK (mg/l)	670
NNH <sub>4</sub> (mg/L)	580
<b>Culot</b>	
ST%	18,6
STV%	7,45

## Suppléments

### Paramètres de performance du tri à la source :

$$\text{Récupération : } R(MO) = \frac{\text{Matières organiques séparées}}{\text{Matières organiques produites}}$$

$$\text{Pureté : } P(MO) = \frac{\text{Matières organiques séparées}}{\text{Matières organiques séparées} + \text{Impuretés dans le courant séparé}}$$

$$\text{Efficacité : } E(MO) = \frac{\text{MO séparées}}{\text{MO produites}} \times \frac{\text{Impuretés produites} - \text{Impuretés dans le courant séparé}}{\text{Impuretés produites}}$$

